1972

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Berlin · Darmstadt · Dortmund

Alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Abdrucks, der Übersetzung und der photomechanischen Wiedergabe.

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense
Gerhard Eichhorn
und Helmar Frank

Band 13 · Heft 3
September 1972
Kurztitel: GrKG 13/3

INHALT

UMSCHAU UND AUSBLICK

Uwe Lehnert
Elemente und Strukturprinzipien einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts 73

Helmar Frank
Notiz zum Sinn von Fallstudien 88

KYBERNETISCHE FORSCHUNGSBERICHTE

Helmut Maier
Die Rolle invarianter Strukturen in mathematischen Modellen 89

Helmar Frank
Meßverfahren des ideologischen Standorts im Wertedreieck 99

Herausgeber:

PROF. DR. HARDI FISCHER
Zürich

PROF. DR. HELMAR FRANK
Berlin und Paderborn

PROF. DR. VERNON S. GERLACH
Tempe (Arizona/USA)

PROF. DR. KLAUS-DIETER GRAF
Berlin und Neuß

PROF. DR. GOTTHARD GÜNTHER
Urbana (Illinois/USA)

PROF. DR. RUL GUNZENHÄUSER
Esslingen

DR. ALFRED HOPPE
Bonn

PROF. DR. MILOŠ LÁNSKÝ
Paderborn

PROF. DR. SIEGFRIED MASER
Braunschweig

PROF. DR. HERBERT STACHOWIAK
Berlin

PROF. DR. ELISABETH WALTHER
Stuttgart

PROF. DR. KLAUS WELTNER
Frankfurt und Wiesbaden

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Geschäftsführende Schriftleiterin:
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft", die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren*, und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen*, einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Schriftleiter
Prof. Dr. Helmar Frank
FEoll-Institut für Kybernetik
479 Paderborn, Rathenaustr. 69 - 71

Geschäftsführende Schriftleiterin
Brigitte Frank-Böhringer
1 Berlin 46
Calandrellistr. 59 B

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 32 Seiten.

Preis: Einzelheft DM 7,40 — Jahresabonnement DM 29,60 (zuzüglich Postgebühren).

Elemente und Strukturprinzipien einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts

von Uwe LEHNERT, Berlin

Aus dem Institut für Kybernetik, Berlin (Direktorium: Prof. Dr. W. Arlt, Prof. Dr. U. Lehnert, Prof. Dr. E. Pietsch)

1. *Aufgaben einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts*

In jeder neu entstandenen Disziplin, insbesondere in einem Wissenschaftszweig, der von sehr verschiedenen Positionen und Interessen her entwickelt wird, entsteht nach einer bestimmten Anfangsphase das Bestreben, die Vielfalt der Erkenntnisse und der entwickelten Verfahren sowie das Feld der noch ungelösten Fragen nach bestimmten Gesichtspunkten zu ordnen. Mit der Systematisierung der Erscheinungen einer Disziplin ist meist auch der Wunsch verbunden, die in ihr verwendete Sprache zu normieren.

Die Forschung auf dem Gebiet des rechnerunterstützten Unterrichts befindet sich in einem Stadium, in dem das Bedürfnis nach einer ordnenden und klärenden Theorie aktuell geworden ist. Die Entwicklung auf diesem Gebiet ist andererseits inzwischen soweit fortgeschritten, daß der Versuch, zu einer einheitlichen Theorie zu gelangen, die nicht nur den aktuellen Stand und nicht nur bestimmte derzeit favorisierte Konzepte erfaßt, nicht ohne Aussicht auf Erfolg erscheint.

Es gilt, so verschiedenartige Systeme wie beispielsweise ein Lerner-Informationssystem (Freibichler, 1972), das sog. KÖLN-Programm (Simons, 1971) oder das Lehrsystem EDUCATOR (Lehnert, 1972), oder Einsatzformen, bei denen der Rechner Instrument in der Hand des Schülers (Boll u.a., 1971) bzw. Simulator in einer gedachten Versuchssituation ist (Haefner und Ripota, 1971) auf solche gemeinsamen Elemente und Strukturen hin zu untersuchen, die Fundament einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts sein könnten.

Aufgabe einer solchen Theorie wäre es, in einer einheitlichen Terminologie und in übersichtlicher und klärender Form den derzeitigen Stand zu beschreiben. Darüberhinaus aber sollte eine solche Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts die Bauelemente und Strukturprinzipien bereitstellen, mit deren Hilfe eine Weiterentwicklung dieses noch jungen Zweiges der Pädagogik wirksam ermöglicht wird.

Wichtige theoretische Beiträge im deutschen Sprachraum zu Fragen des rechnerunterstützten Unterrichts und dessen Planung stammen von Frank (1963, 1966); Berger (1963, 1964); Blischke, Hilbig, Rüßmann (1968); Klotz (1968, 1970); Stahl (1969); Lánský (1970); Dreßler (1970); Eckel und Freibichler (1970, 1971); Zielinski (1971); Rauner und Trotier (1971); Haefner (1971, 1972).

2. *Wissenschaftstheoretische Vorbemerkungen und Überlegungen zur methodischen Vorgehensweise*

Fragen der Entwicklung und des Einsatzes rechnerunterstützter Lehrsysteme fallen in das Gebiet der kybernetischen Pädagogik. Diese Feststellung gilt unbeschadet der Tatsache, daß viele, insbesondere die ersten Ansätze, Rechner zur Unterrichtsdurchführung einzusetzen, *außerhalb* – ja *vor* dem Aufkommen der kybernetischen Pädagogik entwickelt wurden. Diese Einordnung erfolgt vielmehr aufgrund der diesen Ansätzen zugrundeliegenden Zielsetzungen, nämlich bestimmte geistige Funktionen im Rahmen eines Lehr-Lern-Prozesses zu objektivieren. Objektivierung ist aber, neben der auf eine Kalkülisierung hinzielenden und diese Objektivierung begründenden Methode, das bestimmende Kennzeichen der kybernetischen Pädagogik. Insofern ist unsere obige Feststellung in erster Linie wissenschaftstheoretisch zu interpretieren.

Mit der Einordnung des rechnerunterstützten Lehrens und Lernens in den „Zuständigkeitsbereich" der kybernetischen Pädagogik haben wir uns gleichzeitig für eine analytische Vorgehensweise bei der Entwicklung der Grundbegriffe einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts entschieden. Ob eine einseitig analytische Ausrichtung der *Gesamtproblematik* des rechnerunterstützten Unterrichts im Rahmen des Bildungswesens gerecht wird, möge zunächst dahingestellt sein. Wir sind aber überzeugt, daß die *Grundlegung* einer solchen Wissenschaft vom rechnerunterstützten Lehren und Lernen nur über eine analytische Entwicklung der sie tragenden Begriffe erfolgversprechend ist.

Die kybernetische Pädagogik – und wir lehnen uns hier an die Ausführungen von Frank an (Frank/Meder, 1971, Seite 27) – folgt dem Beispiel der nachgalileischen Naturwissenschaft, indem sie auf eine ganzheitliche Betrachtung ihres hochkomplexen Gegenstandes verzichtet und diesen in getrennt zu untersuchende und modellmäßig vereinfachte Teile zerlegt. Die Analyse unterliegt aber nur dann nicht der Gefahr, „das Wesentliche" aus dem Blick zu verlieren, wenn der ganzheitliche Aspekt, nämlich Sinn und Ziel, von einer die Analyse hierin entlastenden Betrachtungsweise berücksichtigt bleibt. Diese Komplementärfunktion schreibt die kybernetische Pädagogik der phänomenologisch-verstehenden, geisteswissenschaftlichen Pädagogik zu.

Die analytischen Wissenschaften, insbesondere die kalkülisierenden Naturwissenschaften, folgen in ihrer Vorgehensweise – bewußt oder unbewußt – den von Descartes in seinem „Discours de la Mêthode" entwickelten vier Prinzipien. Diese fordern:

1. „... niemals eine Sache als wahr anzuerkennen, von der ich nicht evidentermaßen erkenne, daß sie wahr ist: d.h. Übereilung und Vorurteile sorgfältig zu vermeiden und über nichts zu urteilen, was sich meinem Denken nicht so klar und deutlich darstellte, daß ich keinen Anlaß hätte, daran zu zweifeln."
2. „... jedes Problem, das ich untersuchen würde, in so viele Teile zu teilen, wie es angeht und wie es nötig ist, um es leichter zu lösen."

3. „... in der gehörigen Ordnung zu denken, d.h. mit den einfachsten und am leichtesten zu durchschauenden Dingen zu beginnen, um so nach und nach, gleichsam über Stufen, bis zur Erkenntnis der zusammengesetztesten aufzusteigen, ja selbst in Dinge Ordnung zu bringen, die natürlicherweise nicht aufeinanderfolgen."
4. „... überall so vollständige Aufzählungen und so allgemeine Übersichten aufzustellen, daß ich versichert wäre, nichts zu vergessen." (Descartes, 1637, in einer Übersetzung von Gäbe, 1960, Seite 31)

Wir wollen diese vier Maximen verkürzt nennen: die Prinzipien der zweifelsfreien Klarheit, der hinreichenden Zergliederung, der aufbauenden Ordnung und der vollständigen Übersicht.

Frank läßt sich beim Aufbau einer an den Methoden und Zielsetzungen der Kybernetik orientierten „Wissenschaft vom Bewirken von Lernprozessen" (Frank/Meder, 1971, Seite 27) ausdrücklich von diesen Prinzipien leiten. Wir wollen den Aufbau einer Wissenschaft vom rechnerunterstützten Lehren und Lernen in weitgehender Analogie hierzu vornehmen. Dies deshalb, weil für ein wesentliches *Teilgebiet* der kybernetischen Pädagogik auch das Gültigkeit beanspruchen kann, was sich für das *Gesamtgebiet* als sehr förderlich erwiesen hat, vor allem aber, weil – wie die Naturwissenschaften, die Medizin oder beispielsweise die Wirtschaftswissenschaften zeigen – in dieser „Methode" ganz allgemein eine äußerst wirksame Strategie zur Lösung komplexer wissenschaftlicher Aufgabenstellungen zu sehen ist.

3. *Systematischer Aufbau einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts*

Ein wesentliches Ziel der kybernetischen Pädagogik ist die Lehrobjektivierung. Rechnerunterstützte Unterrichtssysteme sind eine Form der Lehrobjektivierung. Betrachtet man die Vielzahl von Realisierungen rechnerunterstützten Lehrens und Lernens, dann handelt es sich offensichtlich immer darum, daß bestimmte beim Unterricht beteiligte Funktionen an den Rechner übertragen werden. Auch ist unmittelbar erkennbar, daß bei den verschiedenen Konzepten rechnerunterstützten Lehrens und Lernens jeweils andere Funktionen bzw. Funktionskombinationen vom Rechner übernommen werden. Wir können folglich in einer vorläufigen Definition von rechnerunterstütztem Unterricht sprechen, wenn eine oder mehrere an einem Lehr-Lern-Prozeß beteiligte Funktionen von einem Rechner übernommen werden.

Als Problemstufen einer Wissenschaft vom rechnerunterstützten Lehren und Lernen können wir daher ansehen:

(1) die Untersuchung der *einzelnen* an einem Lehr-Lern-Prozeß beteiligten Funktionen, insbesondere hinsichtlich ihrer Objektivierbarkeit durch Rechner;

(2) die Untersuchung des *Zusammenwirkens* der jeweils durch Rechner objektivierten und der nicht-objektivierten Funktionen eines Lehr-Lern-Prozesses, insbesondere hinsichtlich der jeweils zugrundeliegenden didaktischen Zielsetzung;

(3) die Untersuchung der *Beziehungen* der auf den Stufen (1) und (2) – gemäß dem zweiten cartesischen Prinzip – getrennt behandelten Teilprobleme *zu generellen Fragen der Pädagogik*, in die sie eingebettet zu sehen sind und auf die sie ggf. verändernd einwirken.

Wir sind auch hier den durch den Aufbau der kybernetischen Pädagogik vorgezeichneten Linien gefolgt und haben – gemäß dem (dritten) cartesischen Prinzip der aufbauenden Ordnung – die Problemstufen nach dem Grad ihrer Komplexität geordnet.

Die vierte cartesische Maxime würde – bezogen auf unser Problem – eine hinreichend vollständige Aufzählung der am Lehr-Lern-Prozeß beteiligten und ggf. objektivierbaren Funktionen fordern. Wir gewinnen eine allgemeine Übersicht und eine mindestens prinzipiell vollständige Aufzählung der am Lehr-Lern-Prozeß beteiligten Funktionen aus der Betrachtung und weiteren Aufgliederung des allgemeinen Schemas eines solchen Prozesses (vgl. Bild 1).

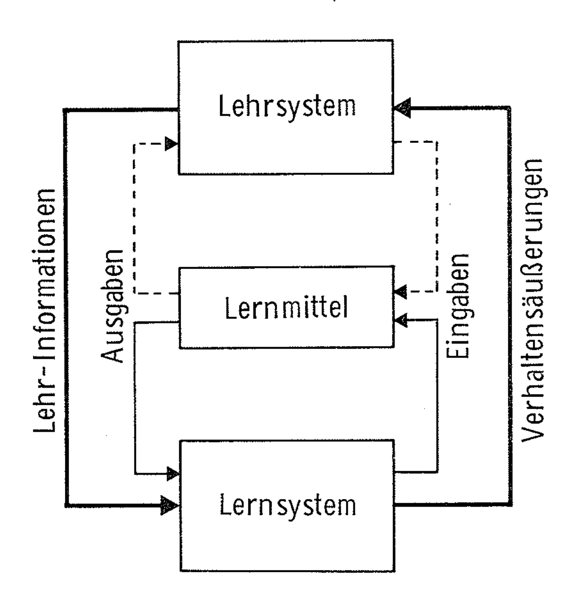


Bild 1 Schema eines Lehr-Lern-Prozesses unter Einbeziehung von Lernmitteln

Lehrsystem und Lernsystem stehen in kommunikativer Wechselbeziehung. Beide Systeme sind Informationsverarbeitungssysteme, verfügen somit prinzipiell über die Funktionseinheiten: Eingabe, Speicher, Verarbeitungsinstanz, Ausgabe. Unter Berücksichtigung der Verschiedenartigkeit ihrer jeweiligen Bestimmung können wir die einzelnen Instanzen inhaltlich noch näher erläutern.

Darüber hinaus kann sich der Lernende gewisser Materialien und Instrumente bedienen, um den Lernprozeß zu fördern, z.B. Papier und Bleistift, Rechenschieber, Lehrbaukästen, Simulationsgeräte. Im allgemeinsten Fall kann auch das Lernmittel bzw. Lerninstrument unter direkter Einwirkung des Lehrsystems stehen.

Eine zunächst nur phänomenologisch vorgenommene Betrachtung der Tätigkeiten des Lehrsystems läßt mindestens folgende Funktionen erkennen: das *Ausgeben gespeicherter* oder momentan *erzeugter* Lehrinformationen, die *Entgegennahme* und mindestens vorübergehende *Speicherung* von Verhaltensäußerungen, das *Analysieren* und *Bewerten* dieser Äußerungen und schließlich das *Ermitteln* der nächsten *auszugebenden* lehrprozeßrelevanten Informationen.

Für die Tätigkeit des Lernsystems können wir durch Selbstbeobachtung ebenfalls eine Reihe funktionsmäßig verschiedener Operationen feststellen: *Aufnehmen* und *Wahrnehmen* von Informationen, *Erinnern* an früher *Gelerntes*, *Verknüpfen* von *aufgenommenen* oder *erinnerten* Informationen, die anschließend wenigstens teilweise zu *lernen* sind, schließlich sind die *erinnerten* oder durch *Verknüpfung gewonnenen* Informationen zu *äußern.*

Im Falle der Selbstbelehrung sind auch die intern ablaufenden Funktionen des *Lehr*systems vom *Lern*system zu leisten.

Ob die hier durch eine phänomenologische Analyse gewonnene Liste von Funktionen, die an einem Lehr-Lern-Prozeß beteiligt sind, vollständig ist, ob ggf. weitere Aufgliederungen oder andererseits Zusammenfassungen zweckmäßig sind, soll Gegenstand der 1. Problemstufe der Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts sein. Dort soll auch geklärt werden, welche der beteiligten Funktionen prinzipiell objektivierbar sind.

Nachdem so auf der 1. Problemstufe die Elemente des rechnerunterstützten Unterrichts herausgearbeitet wurden, befassen wir uns auf der 2. Problemstufe mit der Frage pädagogisch sinnvoller Objektivierungen und der Form ihres didaktisch zweckmäßigen Einsatzes. Den Fragen der Didaktik des rechnerunterstützten Unterrichts folgt dann auf der 3. Stufe die Erörterung der Probleme, die mit der Einordnung von rechnerunterstützten Lehrsystemen in das Bildungswesen verbunden sind. Hier geht es beispielsweise um die Auswirkung der Lehrobjektivierung auf das Rollenverständnis von Lehrer und Schüler; allgemeiner gesprochen: um die vielfältigen Auswirkungen des Rechners als Instrument und Gegenstand der Pädagogik.

Wir wollen in den folgenden drei Kapiteln unter den – die drei Problemstufen andeutenden – Überschriften

(1) Elemente einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts

(2) Didaktik des rechnerunterstützten Unterrichts

(3) Integration rechnerunterstützter Unterrichtssysteme in das Bildungswesen

das Programm einer Wissenschaft vom rechnerunterstützten Lehren und Lernen noch genauer umreißen und erste grundsätzliche Einsichten entwickeln.

4. *Elemente einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts*

Die im vorigen Kapitel herausgestellten Funktionen im Lehr-Lern-Prozeß wollen wir jetzt schärfer abgrenzen und inhaltlich präzisieren – des angestrebten praktischen Bezugs wegen jedoch nicht ohne Blick auf bereits realisierte Systeme und Verfahren.

Die folgende Aufstellung von *Grundfunktionen* erfaßt und beschreibt (u.E. nach vollständig) den von einem *Lehr*system in einem Unterrichtsprozeß im allgemeinsten Fall zu leistenden Katalog von informationsumsetzenden Tätigkeiten:

1. Das *Speichern* der dem Lerner anzubietenden Informationen, insbesondere Lehrstoff und Aufgaben (Testfragen).
2. Das *Simulieren* des Lehr- und Übungsstoffes, insbesondere von Sachverhalten mit prozeßhaften Eigenschaften.
3. Das *Präsentieren* lehrprozeßrelevanter Informationen (Lehrstoff, Aufgaben, Beurteilung, Anweisungen) nach internen oder externen Anweisungen.
4. Das *Registrieren*, d.h. Aufnehmen und Speichern des vom Lernsystem geäußerten Verhaltens (Reaktionen, Fragen, Anweisungen).
5. Das *Analysieren* des registrierten Adressatenverhaltens mit dem Ziel der Diagnose des internen Zustands des Lernsystems.
6. Das *Bewerten* des festgestellten Lernzustands durch Anlegen eines Bewertungsmaßstabes.
7. Das *Auswählen* einer lernfortschrittsangepaßten Lehrmaßnahme aus einem Repertoire von vor Unterrichtsbeginn festgelegten Handlungsalternativen (im Falle der Objektivierung spricht man hier von selektiver Lehrprogrammierung oder *Makro*strukturrechnung).

Hier soll nicht näher untersucht werden, in welcher Form diese Funktionen objektiviert werden können. Daß diese Objektivierungen möglich sind, zeigen die vorhandenen maschinentechnischen Realisierungen. –

Neben der Objektivierung der unmittelbar am Lehrprozeß beteiligten Funktionen, der Lehrobjektivierung im eigentlichen Sinn, ist von ebenfalls großer praktischer Bedeutung die Objektivierung der Unterrichts*vorbereitung*. Verschiedene an der Planung von Unterricht beteiligte Funktionen werden mittels der Konzepte „Autorensprache" und „Formaldidaktik" an Rechner übertragen. Für die Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts von Interesse ist, wie weit unterrichtsrelevante Planungsfunktionen und Lehrfunktionen gleichzeitig objektiviert werden können, um eine Art Stegreifunterricht technisch zu realisieren.

Im Fall einer *selektiven* Vorgehensweise bei der Durchführung objektivierten Unterrichts wählt das Lehrsystem laufend zwischen geplanten, d.h. vor Unterrichtsbeginn detailliert festgelegten Alternativen, insbesondere Lehrprozeß-Fortsetzungen, aus. Dagegen bedeutet *generative* Programmierung, daß das objektivierte Lehrsystem über „didaktische Algorithmen" für die auftretenden Problem*typen* verfügt, beispielsweise zur Ermittlung der jeweils geeigneten Lehrprogramm-Fortsetzung, und die konkret zu ergreifende Maßnahme erst im Bedarfsfall „errechnet". In diesem Fall ist das Lehrsystem in Bild 1 um eine „didaktische Instanz" zu erweitern. Diese würde dann die folgende sehr umfassende „Grundfunktion" zu leisten haben:

> Das *Erzeugen* von lernfortschrittsangepaßten Lehrschritt-Elementen (Lehrquant, Aufgabe, Urteil, Hinweis) aus den *vorgegebenen* didaktischen Variablen (Lehrstoff, Lehrziel, Psychostruktur, Soziostruktur) und den laufend analysierten und bewerteten Lernverhaltensdaten (im Falle der Objektivierung spricht man hier von generativer Lehrprogrammierung oder *Mikro*strukturrechnung).

Zur Beschreibung der *Grundfunktionen*, die im *Lern*system *während* des Unterrichts ablaufen, stützten wir uns auf einen phänomenologischen Modellentwurf für den „lernrelevanten Informationsumsatz im Menschen" (Frank/Meder, 1971, Seite 41). Unter Benutzung dieser Modellvorstellung schlagen wir im Hinblick auf denkbare Objektivierungen die folgenden zusammenfassenden Bezeichnungen für die Übertragung und Verknüpfung der Informationen zwischen bzw. in den Funktionsblöcken des besagten Modells vor:

1. Das *Aufnehmen* von Informationen aus der Außenwelt durch Vermittlung der Sinnesorgane.
2. Das *Erinnern* an früher Wahrgenommenes oder Gedachtes, d.h. Aufsuchen und Abrufen von Gedächtnisinhalten.
3. Das *Verknüpfen* von Wahrgenommenem, Erinnertem oder Gedachtem (soeben Verknüpftem) zu neuen Bewußtseinsinhalten.

4. Das *Lernen* (i.e.S.) von Wahrgenommenem oder Gedachtem, d.h. Abspeichern von Bewußtseinsinhalten in das Gedächtnis.

5. Das *Äußern* von Informationen, d.h. das Darstellen von Bewußtseinsinhalten, insbesondere durch Bild, Schrift und Wort.

Inwieweit Objektivierungen von Funktionen des Lernsystems möglich und vom Standpunkt der Pädagogik wünschenswert sind, soll hier ebenfalls nicht näher untersucht werden. Mindestens im Fall des Verknüpfens von Informationen zu neuen Informationen ist offenbar eine – wenigstens teilweise – Objektivierung möglich und sinnvoll. Man denke an die Verwendung eines Rechners als Recheninstrument im Mathematik-Unterricht.

Wir können den Begriff des rechnerunterstützten Unterrichts jetzt definieren:

Rechnerunterstützter (= computerunterstützter) Unterricht ist eine Unterrichtsform, bei der ein Rechner (= Computer = programmgesteuerte Datenverarbeitungsanlage) mindestens eine der an einem Lehr-Lern-Prozeß beteiligten Grundfunktionen objektiviert.

Bei den theoretisch $2^{(7+5)} - 2$ möglichen Kombinationen von rechner-objektivierten und nicht-objektivierten, also von einem Subjekt oder sonstwie „konventionell" geleisteten Grundfunktionen lassen sich mindestens drei Klassen von Konzepten rechnerunterstützten Lehrens bzw. Lernens unterscheiden. Im Fall des sog. *anbietenden Lehrens* (vgl. auch Bild 2!) sucht sich der Lernende selbständig den Weg durch das Lehrstoffangebot, im Falle des sog. *strategischen Lehrens* wird die Reihenfolge der einzelnen Lehr-Schritte vom Lehrsystem festgelegt. Eine wichtige Klasse von Sonderfällen entsteht für den Fall der Selbstbelehrung, wenn also ein Lehrsystem nicht vorhanden ist. Man könnte dann von *forschendem Lernen* sprechen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die theoretisch möglichen Kombinationen von rechner-objektivierten und nicht-objektivierten Grundfunktionen im Falle des Lernens ohne Belehrung.

Aufgabe dieses Teilbereichs einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts ist der Nachweis der Objektivierbarkeit der aufgezählten Grundfunktionen durch die Entwicklung der entsprechenden Algorithmen. Ferner wäre zu begründen, daß die genannten Grundfunktionen alle unterrichtsrelevanten Tätigkeiten erfassen und zweckmäßig gegeneinander abgrenzen.

Die Phasen des „didaktischen Informationsumsatzes": Zielsetzung, Vorbereitung, Unterrichtung und Kontrolle sind im Falle des forschenden Lernens weitgehend vom Lernenden zu leisten. Zu untersuchen wäre, inwieweit auch die Lernzielfestlegung mit Rechnerunterstützung ausgeführt werden kann.

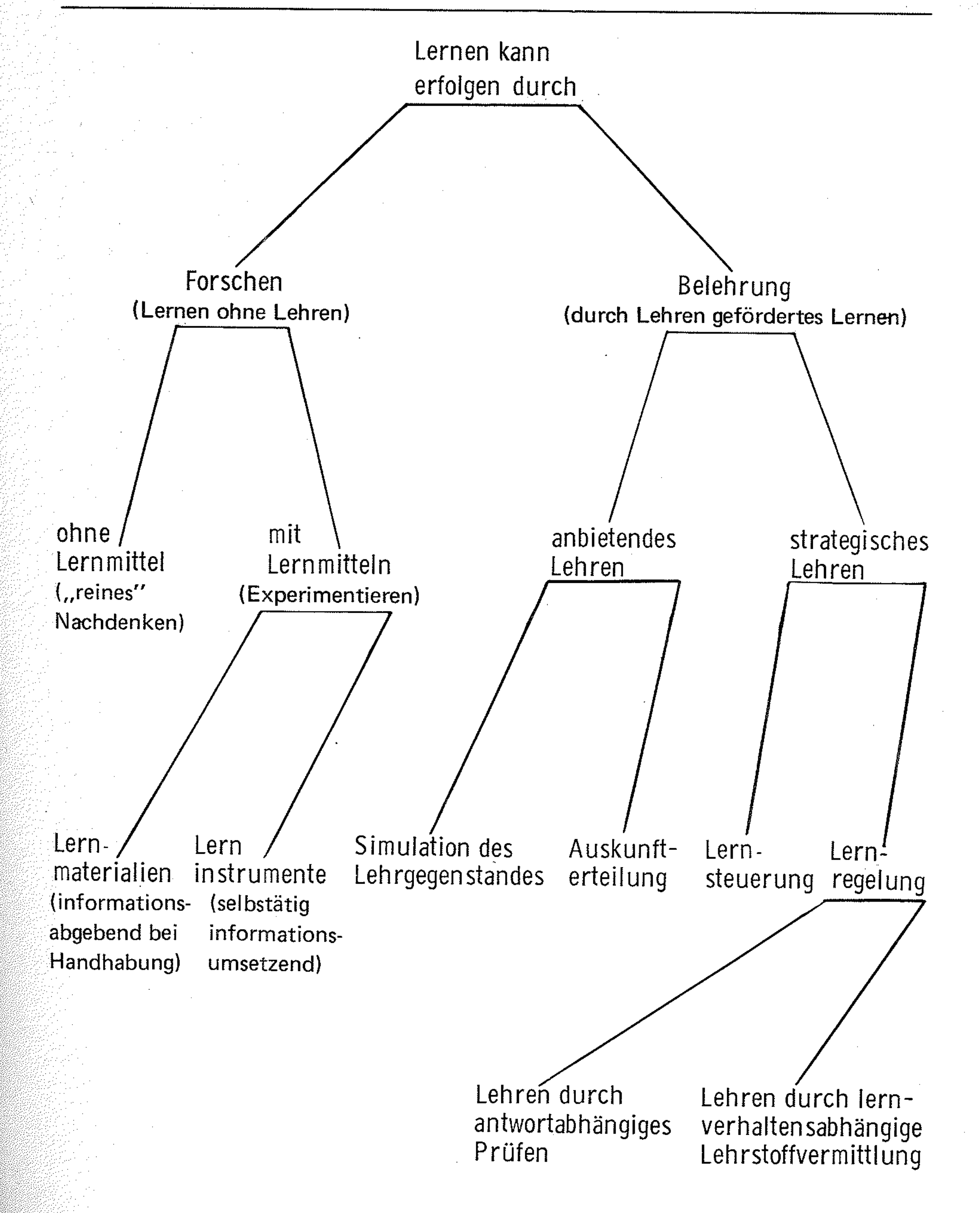


Bild 2 Klassifikation von Lernkonzeptionen

(x = durch Rechner objektiviert oder wesentlich unterstützt)

Kombinationstyp \ Grundfunktion	Aufnehmen	Erinnern	Verknüpfen	Lernen (i. e. S.)	Äußern	Erläuterung, Beispiel
0	-	-	-	-	-	Selbstbelehrung ohne Rechnerunterstützung
1	-	-	-	-	x	
2	-	-	-	x	-	
	.	.	.	.	.	
4	-	-	x	-	-	Lernen mit Rechner als Recheninstrument
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
14	-	x	x	x	-	Lernen mit Rechner als Recheninstrument und als "künstlichem Gedächtnis",
15	-	x	x	x	x	z. B. Konstruieren im Dialog
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
31	x	x	x	x	x	Modellierung eines Selbstbelehrungsprozesses durch eine entspr. programmierte DVA

Tabelle 1 Theoretisch mögliche Kombinationen von rechner-objektivierten und nicht-objektivierten Grundfunktionen im Falle des Lernens ohne Lehrsystem

5. *Didaktik des rechnerunterstützten Unterrichts*

Die kybernetische Pädagogik versteht unter Didaktik ganz allgemein die Frage nach den wechselseitigen Abhängigkeiten der pädagogischen Variablen B (Bildungsalgorithmus), L (Lehrstoff), M (Medium), P (Psychostruktur), S (Soziostruktur) und Z (Zielbestimmung) (vgl. z.B. Frank/Meder, 1971, S. 35 und 76). Ein bestimmter Didaktik-Typ ist jeweils dadurch definiert, daß einige Variablen zum sog. Bedingungsfeld gehören, also vorgegeben sind, die restlichen zum sog. Entscheidungsfeld, d.h. passend gewählt werden müssen, um zu einer *gültigen* Didaktik zu führen. So ist z.B. im Rahmen der Programmierten Instruktion jeweils ein wirksamer Bildungsalgorithmus gesucht, während alle anderen Variablenwerte vorgegeben sind: $B = D(L, M, P, S, Z)$.

Die Didaktik der Programmierten Instruktion ist für uns von besonderem Interesse, neben der diese umfassenden Didaktik der Lehrsystemplanung, bei der außer B auch M zu bestimmen ist. Zu beachten ist im letzten Fall, daß über M noch nicht hinreichend präzise entschieden ist durch die Tatsache des Einsatzes eines Rechners. Bereits die Ausführungen im letzten Abschnitt ließen wenigstens drei verschiedene Einsatzformen des *Rechners als Bildungsmedium* erkennen:

1. Der Rechner als Lehrstoff-Repräsentant (Träger oder Simulator des Lehrstoffs).
2. Der Rechner als Steuer-Instrument (Träger bzw. Generator und Ausführender eines Lehralgorithmus).
3. Der Rechner als Lern-Instrument (Rechengerät, „künstliches Gedächtnis").

Es ist Aufgabe einer Didaktik des rechnerunterstützten Unterrichts jeweils passende „Werte" für B und gewisse (z.B. durch ein Rahmenprogramm festzulegende) Komponenten von M zu den jeweils gegebenen „Werten" von L, P, S, Z und gewissen restlichen Komponenten von M zu ermitteln. (Die Didaktik von Rechner-Lehrsystemen ist also eine „gebrochene" Didaktik im Sinne von Frank, 1972, da M teils zu den Bedingungsfeldern, teils zu den Entscheidungsfeldern gehört!)

Um hier Übersicht über die Vielfalt didaktischer Fragestellungen zu bekommen, halten wir es für zweckmäßig, zunächst zu fragen, in welcher Form und in welcher Absicht Lernen erfolgt. Wir sahen bereits, daß Lernen *mit* und *ohne* Lehrsystem stattfinden kann und daß man im Falle eines durch (externe) Belehrung geförderten Lernens weiter unterscheiden kann zwischen dem *anbietenden* und *strategischen* Lehren (vgl. dazu Frank/Meder, 1971, S. 23 ff). Das anbietende Lehren läßt sich unterteilen in die *Auskunfterteilung* und die *Simulation des Lehrgegenstandes*. Je unstrukturierter das präsentierte Lehrmaterial angeboten wird, um so mehr nähern sich diese Konzeptionen dem von uns sog. *forschenden Lernen*. Im Falle des strategischen Lehrens läßt sich eine Untergliederung nach dem Grad der Berücksichtigung des Verhaltens des Lernsystems vornehmen. Man differenziert hier zweckmäßigerweise zwischen *Lernsteuerung* und *Lernregelung*, wobei uns im letzten Fall besonders interessiert das *Lehren durch lernverhaltensabhängige Lehrstoffvermittlung* (vgl. Bild 2).

Die Verschiedenartigkeit der Lehr- bzw. Lernkonzeptionen läßt vermuten, daß ihnen jeweils verschiedene Absichten und pädagogische bzw. ökonomische Randbedingungen zugrundeliegen. Eine bestimmte Lern- bzw. Unterrichtsabsicht ist dabei durch Werte der Bildungsvariablen L und Z festgelegt: ein bestimmter durch einen Lehrstoff L umschriebener Sachverhalt soll mit einer durch Z festgelegten Gründlichkeit erlernt werden.

Wir sprechen hier von Sachverhalten und deuten damit an, daß wir uns zunächst bewußt auf Lehrstoffklassen des kognitiven Bereichs beschränken. Als solche können – nach formalen Gesichtspunkten gegliedert – angesehen werden: *Fakten*, *Faktenkomplexe*, *Verfahrensweisen* und *Problemlösungsstrategien* (Lehnert, 1972). Wir können in der Dimension Z ebenfalls eine grobe Rasterung vornehmen und folgendermaßen stufen: *Orientieren* (der Adressat soll die Stufe des sinnvollen Fragenkönnens erreichen), *Befähigen* (Stufe des Anwendenkönnens), *Qualifizieren* (Stufe des Reflektieren- und Lehrenkönnens) (Lehnert, 1972). Wir gelangen so zu 12 theoretisch möglichen L, Z-Kombinationen, die man zur Strukturierung des hier zur Debatte stehenden didaktischen Fragenkomplexes heranziehen kann. Beispielsweise ist die „orientierende Vermittlung von Faktenkomplexen" von anderer „didaktischer Qualität", wird also eine andere Unterrichtsgestaltung erfordern, als die „qualifizierende Vermittlung von Verfahrensweisen".

Aufgabe einer Didaktik des rechnerunterstützten Unterrichts ist es nun aufzuzeigen, in welcher Weise diese 12 unterschiedlichen Lern- bzw. Unterrichtsabsichten mit Unterstützung von Rechnern pädagogisch befriedigend realisiert werden können.

Nun gibt es neben den noch zu berücksichtigenden Variablen Psychostruktur und Soziostruktur pädagogische bzw. ökonomische Randbedingungen, die es innerhalb unserer didaktischen Fragestellung nach einer sinnvollen Zuordnung von Lernabsicht und Form rechnerunterstützter Unterrichtsdurchführung zusätzlich zu beachten gilt. Hierzu zählt beispielsweise die Forderung nach Minimalisierung der Lernzeit, die besonders bei komplizierten Sachverhalten zu Konzepten des strategischen Lehrens führen wird. Andererseits fehlt für weite Bereiche zu vermittelnder Sachverhalte – insbesondere gilt das für berufliches Wissen – die notwendige Pädagogenarbeitszeit, um die für das strategische Lehren benötigten Bildungsalgorithmen auszuarbeiten. Infolgedessen können viele Sachverhalte nur *anbietend* gelehrt werden, d.h. der Lernende hat weitgehend freien Zugang zum Lehrstoff, muß also selbst die Reihenfolge der zu erlernenden Lehrstoff-Segmente und eventuelle Wiederholungen festlegen, in vielen Fällen auch das Lehrziel selbst.

Das anbietende Lehren setzt also strenggenommen voraus, daß der Lernende bereits über die Fähigkeit zur Selbstinstruktion verfügt. Diese – aus den eben erwähnten Gründen zu Recht als eine grundlegende Qualifikation angesehene – Fähigkeit zur selbständigen Wissensaneignung könnte explizit als Lehrstoff formuliert und damit gezielt zum Gegenstand eines Unterrichtsprozesses gemacht werden. Dieses ist bisher noch nicht bzw. unvollständig geleistet worden, so daß man mit den Konzepten des anbietenden Lehrens zusätzlich die Absicht verbindet, daß der Lernende daran die Fähigkeit zur Selbstinstruktion „irgendwie" selbst entwickelt.

Das forschende Lernen zeichnet sich insofern aus, als die zu erlernenden Sachverhalte – Daten, Gesetzmäßigkeiten, Verfahren, Strategien – teilweise vom Lernenden erst gefunden und erprobt werden müssen, bevor sie ihm als Lerngut zur Verfügung stehen. Geübt werden soll hier das zweckmäßige Verhalten in kognitiven Problemsituationen bzw. das Anwenden von Problemlösungsstrategien, wobei allerdings diese Strategien oftmals explizit nicht bekannt sind. Mit dem Konzept des forschenden Lernens verbindet man daher – wie im Fall des anbietenden Lehrens – die Hoffnung, daß auf diese Weise Methoden zweckmäßigen Problemlösungsverhaltens mehr oder weniger bewußt vom Lernenden erfaßt werden.

Aufgabe einer Didaktik des rechnerunterstützten Lernens ist es aufzuzeigen, welche der dabei grundsätzlich objektivierbaren Funktionen unter Beachtung der jeweiligen Lernabsicht durch Rechner übernommen werden sollten, um diese Erfahrungsbildung zu fördern.

6. *Integration rechnerunterstützter Unterrichtssysteme in das Bildungswesen*

Rechnerunterstützte Unterrichtssysteme sind als Teilsysteme umfassender Ausbildungssysteme wie allgemeinbildende Schule, Hochschule oder berufliches Bildungswesen, anzusehen. Bei den in diesen Systemen diskutierten bildungspolitischen, soziologischen, psychologischen, ökonomischen, organisatorischen, juristischen u.a. Aspekten wird man auch die Auswirkungen rechnerunterstützter Unterrichtssysteme und allgemein des Rechners auf die Pädagogik in die Überlegungen einbeziehen müssen. Gestützt wird diese Behauptung durch die Tatsache, daß der Rechner inzwischen in dreifacher Weise in das Bildungsgeschehen eingreift:

1. Der Rechner als Werkzeug der praktischen Pädagogik (Lehre und Lehrbetriebsorganisation).
2. Der Rechner als Unterrichtsgegenstand (Rechnerkunde bzw. Informatik).
3. Der Rechner als Instrument und Denkmodell in der pädagogisch-psychologischen Forschung (empirische Unterrichtsforschung, Informationspsychologie).

Folgende Fragenkreise scheinen uns von besonderer Bedeutung zu sein und sollten daher aus der 3. Problemstufe einer Theorie des rechnerunterstützten Unterrichts zuerst untersucht werden:

1. Der Stellenwert rechnerunterstützter Unterrichtssysteme im Verbund mit anderen Unterrichtsmedien und -verfahren.
2. Die Auswirkungen rechnerunterstützter Unterrichtssysteme auf das Rollenverständnis von Schüler und Lehrer.
3. Schulorganisatorische Probleme infolge der durch Lehrobjektivierung möglich gewordenen Individualisierung und Differenzierung des Unterrichts.

4. Die Kosten rechnerunterstützter Unterrichtssysteme und die Problematik des Kostenvergleichs mit konventionellen Unterrichtsverfahren.

5. Der systemverändernde und systemstabilisierende Charakter der Bildungstechnologie, insbesondere der durch erhebliche organisatorische Veränderungen einerseits und hohe Investitionskosten andererseits gekennzeichneten rechnerunterstützten Unterrichtssysteme.

7. *Schrifttumsverzeichnis*

Berger, Manfred: Universal-Rechenautomaten als Lehrmaschinen. In: Frank (Hsg.), Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht,Band 1,Stuttgart-München, 1963, S. 27 – 35

Berger, Manfred: Programmierter Unterricht und Lehrautomaten. In: Frank (Hsg.), Kybernetische Maschinen – Prinzip und Anwendung der automatischen Nachrichtenverarbeitung, S. Fischer, Frankfurt, 1964, S. 332 – 339

Blischke, Hilbig, Rüßmann: Die halbalgorithmische Formaldidaktik COGENDI. In: Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, 1968, Heft 4, S. 97 – 110

Boll, Habermeier, Viebeck: Computerunterstützter Mathematikunterricht in der Ingenieurausbildung. In: IBM-Nachrichten, 1971, Heft 208, S. 883 – 889

Descartes, René: Discours de la Méthode, 1637. – Von der Methode des richtigen Vernunftgebrauchs und der wissenschaftlichen Forschung. Übersetzt und herausgegeben von Lüder Gäbe, Hamburg, 1960

Dreßler, H.: Computer-unterstützter Unterricht – Eine Denkschrift, um Maßstäbe für die Entwicklung abzuschätzen. Institut für automatische Informationsverarbeitung, Darmstadt, 1970, 27 S.

Eckel und Freibichler: Computerunterstützter Unterricht (CAI), Freiantwortkontrolle und CAI-Sprachenvergleich. In: pl (Programmiertes Lernen), 1970, Heft 4, S. 236 – 246

Eckel und Freibichler: Vergleich von CUU-Systemen. In: pl (Programmiertes Lernen), 1971, Heft 4, S. 217 – 227

Frank, Helmar: Kybernetik und Lehrmaschinen. In: Frank (Hsg.,) Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Stuttgart-München, Band 1, 1963, S. 13–26

Frank, Helmar: Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren. In: Frank (Hsg.), Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Band 4, Stuttgart-München, 1966, S. 70 – 112

Frank, Helmar: Über gebrochene Didaktiken und Grobdidaktiken. In: Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, 1972, Heft 1, S. 29 – 39

Frank und Meder: Einführung in die kybernetische Pädagogik. München, 1971, dtv-Taschenbuch, 204 S.

Freibichler, H.: Grundlagen der Antwortanalyse beim Computerunterstützten Unterricht (CUU). In: Mitteilungen und Nachrichten des Deutschen Instituts für Internationale Pädagogische Forschung, 1971, Nr. 63/64, S. 55 – 95

Freibichler, H.: Tendenzen in der Entwicklung und im Einsatz von Systemen für den Computerunterstützten Unterricht (CUU). In: Zeitschrift für Datenverarbeitung, 1972, Heft 3, S. 185 – 190 und Heft 4, S. 314 – 320

Haefner, K.: Strategien des Lehrens. In: Data Report, 1971, Heft 2, S. 28 – 33 und 1972, Heft 3, S. 5 – 11

Haefner und Ripota: Computerunterstützte Versuchsanleitungen und Simulationen in einem genetischen Praktikum. In: pl (Programmiertes Lernen), 1971, Heft 4, S. 207 – 216

Klotz, G.: Didaktisch-methodische Formen der Lehrprozeß-Anpassung beim Einsatz von Computer-Lehrsystemen. In: Zeitschrift für erziehungswissenschaftliche Forschung, 1968, Heft 3, S. 151 – 164

Klotz, G.: Lehrprozeß-Anpassung beim Einsatz von Computer-Lehrsystemen. In: Rollett (Hsg.), Praxis und Theorie des Programmierten Unterrichts, Stuttgart-München, 1970, S. 120 – 125

Lánský, M.: VERBAL-Entwurf eines Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung von Explanationen im Lehrprogramm. In: Rollett-Weltner (Hsg.), Perspektiven des Programmierten Unterrichts, Wien, 1970, S. 66 – 70

Lehnert, U.: Das Lehrsystem EDUCATOR – Ein Beispiel für individuelles Lernen mit einem kleinrechnerunterstützten Lehrsystem. In: Zeitschrift für Datenverarbeitung, 1972, Heft 3, S. 203 – 209

Lehnert, U.: Definition von Lehrstoff- und Lehrzielklassen des kognitiven Bereichs unter dem Aspekt der Lehrobjektivierung durch Rechner-Lehrsysteme. In: Zeitschrift für erziehungswissenschaftliche Forschung, 1972, im Druck

Rauner und Trotier: Das ALCU-Projekt – Computergesteuerter Unterricht, Stuttgart, 1971, 228 S.

Simons, V.: Elektronische Datenverarbeitung – handschriftliche Freiantworten. Das KÖLN-Programm. In: Neue Unterrichtspraxis, 1971, Heft 2, S. 125 – 130

Stahl, V.: Ein algorithmisierbares Verfahren zur Beurteilung frei formulierter Adressatenantworten. In: Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, 1969, Heft 2, S. 51 – 56

Zielinski, J.: Der Computer als Instrument im individualisierten Unterrichtsprozeß, Köln, 1971, 110 S.

Eingegangen am 12. Juli 1972

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Uwe Lehnert, Institut für Kybernetik, 1000 Berlin 46, Malteserstr. 74 – 100

Notiz zum Sinn von Fallstudien

von Helmar FRANK, Berlin und Paderborn
Aus dem Institut für Kybernetik an der PH Berlin und am FEoLL Paderborn
(Direktor: Prof. Dr. H. Frank)

(1) Die (z.B. Bildungs-)Technologie ist die Wissenschaft von der Entwicklung allgemeiner Verfahren oder spezieller Pläne, Gegebenes zu einem technischen Konstrukt zusammenzusetzen, von welchem aufgrund schon gewonnener Erkenntnisse vorauszusagen ist, daß es die jeweils vorgegebenen (im Beispiel: pädagogischen) Wünsche zumindest bis zu einem angegebenen Grade befriedigt. Technologien bauen also als Wissenschaften von *Machbarem* auf den Wissenschaften von *Vorgegebenem* auf. Sie umschließen die beiden ersten Phasen (Reflexion und Formulierung) der Objektivierung, wobei das zu Objektivierende zuerst als Gedachtes und dann als Symbol (Konstruktionsplan) erscheint.

(2) Da die Technologie *alle notwendigen* Einzelmaßnahmen zu planen hat, und es als unwahrscheinlich gelten kann, daß durch Zufälle etwaige Versäumnisse des Konstruktionsplans kompensiert werden, kann aus der wunschgemäßen Funktion bei *einer Fallstudie* geschlossen werden, daß alle Einzelmaßnahmen zielgerecht geplant und verwirklicht wurden. Die Fallstudie (1. Mondflug!) spielt also die Rolle einer Probe der gebotenen Lösung.

(3) Die Fallstudie spielt auch die Rolle eines „Wunscherzeugers". Denn beim Erstellen des Pflichtenheftes können die möglichen Einsatzsituationen des gewünschten Konstrukts meist noch nicht in allen Einzelheiten bedacht und zur Grundlage von Wünschen gemacht werden. Eine Fallstudie erzeugt wahrscheinlich zusätzliche Wünsche, aber nicht unbedingt alle.

(4) Der Gegenstand der (z.B. Bildungs-)Technologie kann ebenso komplex sein wie der einer empirischen Humanwissenschaft von Vorgegebenem (z.B. der Lernpsychologie); wegen der Existenz des ordnenden Gesichtspunkts der beabsichtigten Zweckerfüllung ist er jedoch *durchsichtiger*. Daher können Technologien im Gegensatz zu empirischen Humanwissenschaften sich der *Fallstudie* als eines zulässigen methodischen Werkzeugs bedienen. Dagegen müssen die letzteren mit komplexen statistischen Untersuchungen arbeiten, da sie eine stochastische Unabhängigkeit aller beobachteten Teilphänomene nicht von vorneherein ausschließen können.

(5) Vergleichende Fallstudien mit verschiedenen Konstrukten werden durch Arbeitsteilung bei der Erledigung der Teiltätigkeiten des Durchführungsplans, nicht durch Verteilen der Konstrukte auf die Projektmitarbeiter durchgeführt. Dies ermöglicht eine Spezialisierung und bedingt einen Kommunikationszwang, der zu präziseren Formulierungen und zu einer besseren Dokumentation führt. –

Eingegangen am 19. August 1972

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Helmar Frank, Institut für Kybernetik, 479 Paderborn, Riemekestr. 62

Die Rolle invarianter Strukturen in mathematischen Modellen

von Helmut MAIER, Berlin
Aus dem Fachbereich Mathematik der Technischen Universität Berlin

Die Untersuchung gilt einem Problem bei der Konstruktion von sozialwissenschaftlichen Planungsmodellen, das bisher nicht in den Vordergrund gerückt ist. Bei jeder Modellaussage muß geprüft werden, ob sie durch die verwendete Methode oder durch die vorhandene Datenkonstellation bedingt ist. Wenn Informationssysteme vorliegen, die es gestatten, ein einmal formuliertes Modell rasch auf seine invarianten Eigenschaften abzusuchen, ist eine Beantwortung dieser Frage in konkreten Fällen möglich. Der Verfasser hat ein solches System entwickelt, das in seiner jetzigen Form an eine bestimmte Rechenanlage gebunden ist.

Es ist üblich geworden, für Fragen, die zukünftige Entwicklungen betreffen, aufwendige Rechnungen durchzuführen und dabei möglichst viele Daten zu berücksichtigen. Die Richtigkeit der Ergebnisse wird dadurch belegt, daß man angibt, sie seien durch einen Computer ausgeführt worden. Die Erfassung einer größeren Menge von Daten als bisher hat diese Entwicklung beschleunigt. Fragt man jedoch nach dem Rezept, nach welchem der jeweilige Computer arbeitet, so wird man auf den neuesten wissenschaftlichen Stand oder auf eine pragmatische Vorgehensweise verwiesen.[1]) Es werden sogar Datenverarbeitungssysteme angegeben, bei denen nur noch Daten eingesetzt werden müssen, damit sie funktionieren und relevante Ergebnisse liefern.[2]) Andere Autoren sinnen nach Rezepten, die zukünftige Entwicklung an Hand von möglichst wenig Daten abzuschätzen, damit die Dynamik der einzelnen Vorgänge besser sichtbar werde; letztere seien das Wesentliche, und die Daten nur sekundär[3]). Wieder andere greifen sich Daten heraus und extrapolieren sie bewußt isoliert von anderen Begleitumständen in die Zukunft, um daraus spektakuläre Scenarios usw. abzuleiten.[4])

Offenbar zeigt sich hier eine Lücke, die der Gegenstand dieser Betrachtung sein soll. *Es wird versucht, die Stellung mathematischer Modelle innerhalb von Prognosesystemen zu charakterisieren und daraus Aufgaben und Problemstellungen abzuleiten, die nach der Meinung des Verfassers wichtig sind und in nächster Zeit angegangen werden sollten.*

Bei den bisher in Erscheinung getretenen größeren Modellen stand am Anfang ein konkretes Problem, bei Forrester die Erfassung der Komplexität einer Großstadt[5]) bzw. des sozialen Wandels der Welt[6]), bei Krelle die interdependente Prognose der wichtigsten wirtschaftlichen Daten für die BRD[7]), in der Studie SWIGES des Zentrums Berlin für Zukunftsforschung die Messung des Lebensstandards in verschiedenen westeuropäischen Ländern[8]), der Stromverbrauch in den nächsten 10 Jahren[9]), die Schülerzahlentwicklung

für die nächsten 5 – 10 Jahre [10]), die Arbeitsmarktlage um 1980 [11]), die Bedeutung der Weltraumforschung in den nächsten 30 Jahren [12]) und ähnliches mehr. Gestützt auf die heutigen Daten und den heutigen Erfahrungsstand sollten Projektionen in die Zukunft gemacht werden.

Intuitive Denker und Experten, die mit der Materie vertraut sind, geben direkte Urteile ab. Sie sagen, nach ihrer Meinung sei eine bestimmte Entwicklung zu erwarten, weil die Parallelen zu dieser oder jener Entwicklung in einem anderen Land unverkennbar sind und Analogieschlüsse naheliegen. Im einzelnen ist die Begründung für die intuitive Prognose oft nur in der Diskussion festzustellen. Manchmal ist die Begründung uninteressant, da die Experten nur angeben, wie sie auf diese Prognose gekommen sind. Grafisch läßt sich die direkte Prognose festhalten, wie *Bild 1* zeigt:

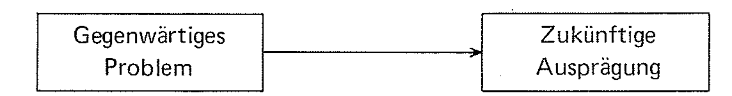


Bild 1

Die *Analytiker* fragen, wie sie das gestellte Problem durch Meßfühler erfassen können. Meßfühler sind vorliegende oder nicht vorhandene statistische Daten, Indikatoren, die irgendwie in Beziehung zum gestellten Problem stehen. Die Informationen, welche diese Meßfühler beinhalten, werden zu einer Aussage verarbeitet, welche in die Zukunft projiziert werden kann. Die formelmäßige Verschlüsselung dieser Verarbeitung heißt mathematisches Modell. Es bildet das Gerippe für die Projektion in die Zukunft und muß mit Anfangswerten und anderen Informationen (Bewertungen, Parametern, Maßnahmen [13])) versehen werden. Die Ergebnisse, welche dieses mathematische Modell für zukünftige Jahre liefert, werden interpretiert, d.h. aus der mathematischen Formelsprache rückübersetzt. Grafisch läßt sich dieser Weg wie in *Bild 2* darstellen:

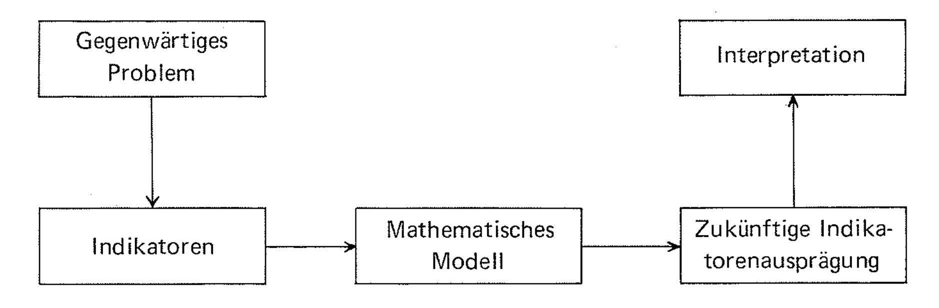


Bild 2

Auf den ersten Blick scheint eine direkte Prognose beglückend einfach zu sein, denn man muß nur die richtigen Experten bzw. intuitiven Denker finden. Im allgemeinen ist es aber so, daß jeder Experte eine andere Meinung hat und nur durch einen Delphi-Prozeß eine vereinheitlichte Meinung herausgefiltert werden kann. Der Ansatz der Analytiker scheint eine größere Objektivität zu verbürgen. Das gegenwärtige Problem wird abgebildet auf ein Indikatorenproblem, das

- durch (statistische) Daten erfaßt werden kann,
- zu Formeln verarbeitet werden kann,
- in Formeln projiziert werden kann und
- wieder interpretiert werden kann.

Doch ist dieser Weg lang und nicht ohne Tücken. Krelle schreibt z.B., daß die Konzeption zu seinem Prognosesystem für die wirtschaftliche Entwicklung der BRD nach 2 Jahren so gut wie abgeschlossen gewesen sei und nur die „schmutzige statistische Arbeit" so viel Kopfzerbrechen bereitet hätte. [14]) Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Forresters *Urban Dynamics*, dessen Grundkonzeption mit 9 Hauptgrößen (levels) und 14 Veränderungsraten (rates) relativ einfach ist, deren Zusammenbau zu einem Informationsfeedbacksystem jedoch komplizierte Strukturen trägt, die dem Uneingeweihten erst nach mühseligem Einarbeiten durchsichtiger erscheinen. [15]) Auch hier liegt in der Wahl gewisser Normalwerte und Bewertungen, ferner in der Auswahl der Stellen, an denen bewertet oder gemessen wird, eine nicht zu unterschätzende Kleinarbeit, die nicht von heute auf morgen geleistet worden ist. Ähnlich liegt der Fall bei der Studie SWIGES [16]) des Zentrums Berlin für Zukunftsforschung. Das Verarbeitungsrezept war von vornherein klar im Sinne einer Notengebung für die einzelnen Indikatoren und ihren Ausprägungen (Bewertungsanalyse); doch tauchten erhebliche Schwierigkeiten auf, einmal repräsentative Indikatoren zu finden, zum anderen vertretbare Bewertungen festzulegen, schließlich diese Bewertungen auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen – und das noch für sechs verschiedene Länder. Oft liefert ein solches Modell, wenn es einmal steht, Ergebnisse, von denen man sofort sagen kann, daß sie unsinnig sind. Rückwirkend werden dann Parameter so verändert bzw. Modelländerungen vorgenommen, so daß diese Fehler nicht mehr so gravierend in Erscheinung treten. [17]) Diese Aufgabe wird häufig einem Mathematiker überlassen. Dieser kann sehr wohl sagen, welche „Ergebnisse" wirkliche Ergebnisse sind und welche nur in den Rahmen einer möglichen Aussage gezwängt wurden. Manchmal stehen diese Korrekturen im Widerspruch zu den Gedanken, die eigentlich im Modell verankert sind. Sie signalisieren, daß hier noch erhebliche Anstrengungen unternommen werden müssen, ehe der begonnene Weg zum Erfolg führen kann. Ganz zu schweigen von den vielen Kontrollen, die durchgeführt werden müssen, bis man überhaupt sagen kann, daß das Modell richtig rechnet, d.h. richtige Daten und richtig übersetzte Formeln zugrundeliegen. Nicht wenige Modellbauer verlieren bei solchen Manipulationen das Vertrauen in das erstellte Modell. Daher ist es verständlich, daß bei in der Praxis relevanten Untersuchungen zwar viele Daten

berücksichtigt werden, die Verarbeitung aber sehr einfach und übersichtlich und vor allem für jede Größe gleich vorgenommen wird.[18]) Eine solche Computerprognose wird dann den Experten im Hause vorgelegt, die von außen korrigieren, bzw. die Ergebnisse der Prognose an ihrem gesunden Menschenverstand und ihrer Sachkenntnis messen.

Ein in neueren Arbeiten der Praxis angewandtes Verfahren besteht darin, für ein weit in der Zukunft liegendes Jahr Zielwerte oder Sättigungswerte für die zu prognostizierenden Zeitreihen anzunehmen. Diese werden irgendwie gesetzt. Nun werden nach einem mathematischen Rezept, das die vergangenen, gegenwärtigen und die gesetzten Zukunftswerte berücksichtigt, Zwischenwerte geschätzt. Daß bei solchen Verfahren Extrapolationsfallen auftreten können, ist vom Verfasser nachgewiesen worden.[19]) *Die Ergebnisse brachten ihn zu der Überzeugung, daß ein mathematisches Modell noch nicht fertig ist, wenn es mit richtigen Anfangswerten und sonstigen Informationen versehen ist. Es muß erst auf gewisse invariante Ergebnisse untersucht werden.* Da dieser Begriff bei der Konstruktion von Modellen bisher offensichtlich übersehen oder unterdrückt worden ist, obwohl er von der Theorie her längst bekannt ist[20]), sei er hier näher erläutert. Er deutet gleichzeitig einen Weg an, der im Hinblick auf die Rolle mathematischer Modelle bei Prognosen gegangen werden muß, ehe man in größerem Umfang als bisher interpretierbare Ergebnisse vom analytischen Weg für die Prognose erwarten kann.

Unter einer *modellinvarianten Eigenschaft* einer Prognosekurve sei eine Eigenschaft verstanden, die nur von den im Modell fest verankerten Größen und nicht von den in das Modell eingegebenen und zu prognostizierenden Daten abhängig ist. Eine „fast" invariante Eigenschaft ist eine Eigenschaft, die für sehr viele Datenkonstellationen zutrifft, also fast nur von modellfesten Größen abhängig ist. Wenn also ein Satz von Modellgleichungen vorliegt, sollte erst einmal untersucht werden, welchen Charakter die Lösungskurven haben können, wenn man von den Daten absieht. Im einzelnen heißt dies: Wo kann ein Maximum auftreten, wo ein Minimum, wann verlaufen die Kurven nur steigend, wann nur fallend, usw.? Es ist eben nicht so, daß alles passieren kann. Vielmehr sind durch die Art der Modellgleichungen und die Werte für die modellfesten Größen Restriktionen gegeben, deren man sich im allgemeinen zunächst nicht bewußt ist, die man nicht — oder noch nicht — kennt. Eine numerische Analyse der Modellgleichungen muß jetzt erfolgen. Sie kann, so verblüffend dies klingt, ohne Kenntnis der Daten durchgeführt werden. Sie fördert gewisse empfindliche Parameter zu Tage, von denen man beim Zusammenstellen der Modellgleichungen nichts wußte, die aber dennoch dem Modell eigentümlich sind und einen Einfluß auf die Ergebnisse ausüben, den zu kennen für die Interpretation wichtig ist. Zwei Beispiele mögen diese Überlegungen verdeutlichen. In *Bild 3* sind verschiedene Prognosekurven angegeben, die man erhält, wenn man mit einem Polynom 3. Grades eine Prognose mit Zielwerten durchführt.[21]) Die gezeichneten Kurven haben die Eigenschaft, daß ihr maximaler Wert im 5. prognostizierten Jahr liegt, obwohl ihre Ausgangs- und Zielwerte verschieden sind. Es handelt sich in diesem Fall um eine fast invariante Eigenschaft des Prognosepolynoms,

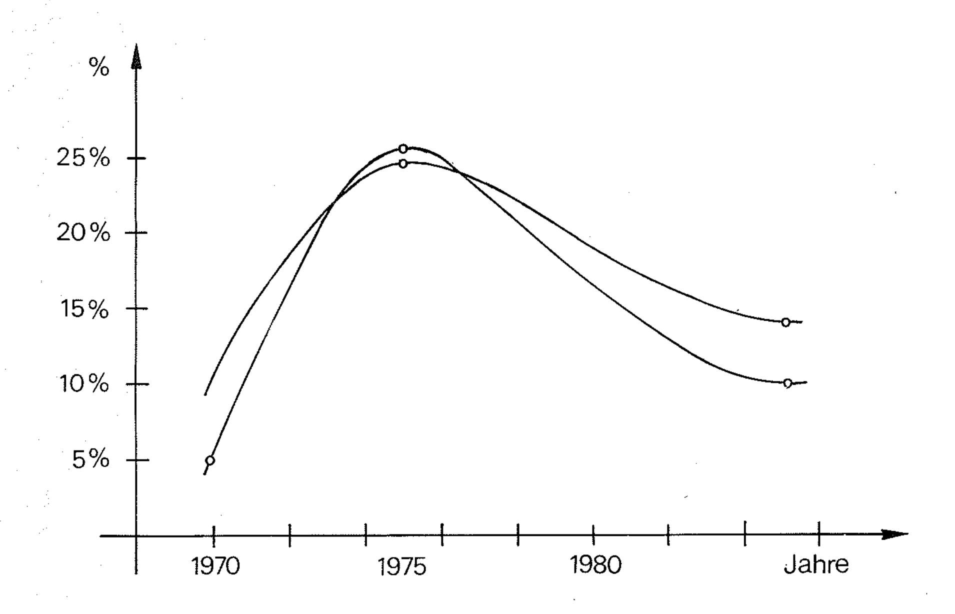


Bild 3: Eine Extrapolationsfalle bei der Prognose mit Polynomen, vgl. Maier, 1971a. Das Maximum liegt für kleine h im 5. Prognosejahr.

die auftritt, wenn der Ausdruck h, definiert durch

$$h = 2 \cdot \frac{\text{Zielprojektion}}{\text{Anfangsrichtung} \cdot \text{Länge des Prognoseintervalls}},$$

sehr klein ist. Dies kann für viele Kombinationen von Ausgangswert, Zielwert und Ausgangsrichtung der Fall sein.[22]) In *Bild 4* sind verschiedene Prognosekurven angegeben, die man im Prognosesystem von Krelle erhält, wenn man bestimmte Parametersimulationen durchführt und ihre Wirkung auf eine der Modellgrößen, die in diesem Zusammenhang nicht weiter von Interesse ist, betrachtet.[23]) Hier muß noch untersucht werden, ob die durch die Kurven angedeutete Schwingung immer auftritt, also fest im Modell verankert ist, oder ob sie nur bei bestimmten Datenkonstellationen vorkommt. Im ersten Fall wäre es eine invariante Eigenschaft des Modells.

Wird die numerische Analyse der Modellgleichungen unterlassen, so ist man nicht sicher, ob die zu interpretierenden Ergebnisse durch die verwendete Methode oder durch die Daten bedingt sind. Forrester hat z.B. herausgefunden, daß nur wenige Parameter innerhalb des Modells *Urban Dynamics* empfindliche Parameter sind.[24]) Kein Wunder: immer

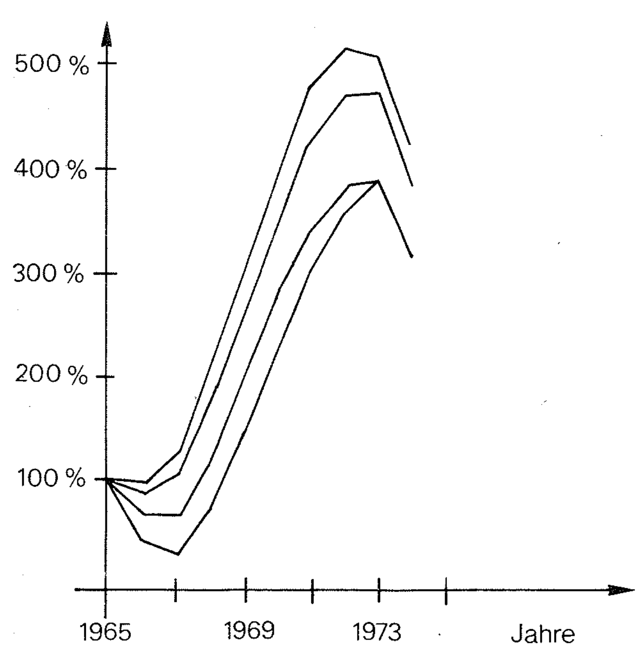


Bild 4: Handelt es sich bei der dargestellten Schwingung um eine invariante Struktur?

wenn man durch kleine Zahlen dividiert, entstehen bei kleinen Veränderungen große Auswirkungen. Diese Stellen sind von vornherein im Modell verankert und können ohne große Interpretation gefunden werden. Es ist nicht richtig, sie als Ergebnisse des Modells zu interpretieren, denn sie sind Werkzeuge, die das Modell verwendet, um zu prognostizieren. Nach einer solchen numerischen Analyse muß man sich fragen, ob man mit den im Modell enthaltenen Invarianten und Fastinvarianten zufrieden ist, oder ob sie etwa dem Konzept widersprechen. *Keinesfalls darf man Ergebnisse, die durch die Invarianten verursacht sind, von vornherein als Ergebnisse der Prognose deuten.* Aufgrund eines nicht nach Invarianten abgetasteten Modells Ergebnisse zu produzieren, die nur die Invarianten verifizieren, kann auf der anderen Seite zu einem teuren Spiel werden.

Wie aber soll man die Invarianten finden? Es bietet sich ein Weg an, der dem in den Naturwissenschaften verfolgten Weg bei der Lösung von Randwertproblemen nicht unähnlich ist. Man untersucht die verschiedenen Mechanismen zur Prognose erst einmal getrennt auf Invarianten und fügt bereits untersuchte Mechanismen zu komplizierteren Gebilden zusammen. Dadurch ist man eher in der Lage, komplexere Strukturen zu durchleuchten. Da die Prognosen mit Scenario eine weitverbreitete Anwendung haben, scheint es erforderlich, die Mechanismen, die mit Scenario arbeiten, zunächst zu untersuchen.[25]) Man hat ein wohldefiniertes Randwertproblem (Anfangswerte, Endwerte) und fragt nun so: Was kann sich alles ergeben, wenn man zur Lösung des Prognose-

problems diese oder jene Klasse von Funktionen heranzieht? Indem man die Eigenschaften der Prognosekurven untersucht, entdeckt man, unter welchen Umständen sie von dem Gros der zu prognostizierenden Daten unabhängig sind. Wenn für viele Klassen von Funktionen, die in der Praxis üblich sind, solche Untersuchungen vorliegen, kann man sofort sagen: Um diesen oder jenen Gedanken in ein mathematisches Modell umzusetzen, darf man nicht Funktionen dieser oder jener Art verwenden, da sie die und die Nachteile haben; andrerseits scheint die Verwendung von Funktionen dieser Art zulässig zu sein. Von Interesse ist aber nicht die Untersuchung von isolierten Extrapolationskurven, sondern die Untersuchung eines Gleichungssystems von bestimmten Funktionen, die zur Fortschreibung eines Datenproblems herangezogen werden, d.h. die folgende Fragestellung: Was kann alles passieren, wenn man etwa 10 Zeitreihen, die interdependent verknüpft sind, durch Funktionen einer bestimmten Art gemeinsam in die Zukunft fortschreibt? Mit den Ergebnissen solcher Untersuchungen kann man darangehen, das mathematische Modell umgekehrt zu konstruieren. Man gibt sich invariante Eigenschaften vor, von denen man von anderen Überlegungen her weiß, daß sie gerechtfertigt sind, und überläßt es den Gleichungen lediglich, die Zwischenwerte so einzufügen, daß keine vom Problem her bedingte Restriktion verletzt wird. Damit wird dann die Rolle des Computers auf die Ebene heruntergedrückt, die ihm eigentlich zukommt: feste Vorstellungen von einer weiteren Entwicklung mit Zwischenwerten auszufüllen, und zwar so auszufüllen, daß gewisse Ereignisse, die man als gesichert annimmt, auch zahlenmäßig eintreten. Heute ist es vielfach umgekehrt. Man ist froh, wenn ein mathematisches Modell einem Arbeit abnehmen kann – nämlich Gedankenarbeit und Rechenarbeit – und begibt sich gern in die Versuchung, Computerergebnisse zu interpretieren, ohne daß man sich klar macht, ob diese durch die Methode oder die Daten bedingt sind.

Der beschriebene Gedanke läßt sich grafisch skizzieren, wie *Bild 5* zeigt.

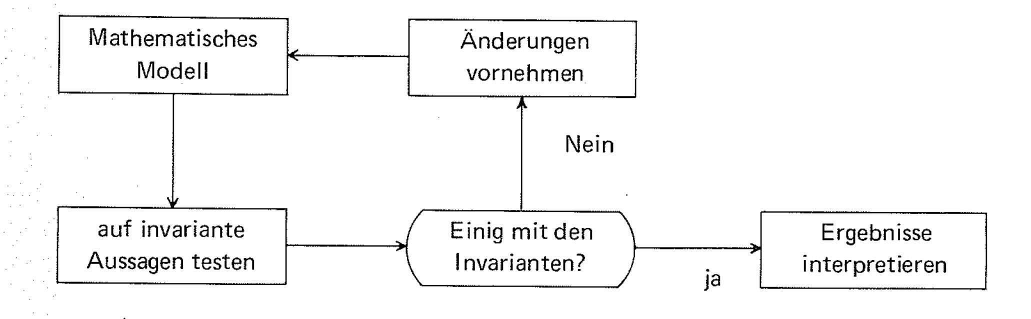


Bild 5

Bei größeren Modellen und insbesondere bei solchen, die nichtlineare Funktionen verwenden, läßt sich die numerische Analyse nicht in geschlossener Form durchführen.[26]) Man braucht Informationssysteme, die es ermöglichen, die Struktur eines konzipierten Modells mit geringem Aufwand auf invariante Aussagen abzusuchen.[27]) Die am MIT entwickelte Simulationssprache DYNAMO erfüllt diese Forderungen in ihrer Version II nicht.[28]) Für jeden Rechenlauf erfolgt ein getrennter Output. Man ist so gezwungen, viele Papierauszüge mit verschiedenen Ergebnisausdrucken zu vergleichen. *Das Informationssystem SIMA*[29]), *das eine Weiterentwicklung eines strategischen Planungsmodells des Zentrum Berlin für Zukunftsforschung darstellt*[30]), *erlaubt solche Untersuchungen.* Es befindet sich in einem Erprobungsstadium und hat den Nachteil, daß es in seiner jetzigen Fassung an einen bestimmten Computer gebunden ist. Eine genaue Beschreibung dieses Systems steht noch aus.

Anmerkungen

1) vgl. Koelle, Bommer et.al. (1969), insbesondere Bericht 4/1969, Seite 1
2) vgl. Koelle, Birreck (1971)
3) vgl. Forrester (1961 und 1969), insbesondere 1969, Seite 107 – 114
4) vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (1969); die dort abgeleiteten Scenarios können allerdings nicht als spektakulär bezeichnet werden.
5) vgl. Forrester (1969)
6) vgl. Forrester (1971) und Meadows (1972)
7) vgl. Krelle, Beckerhoff et.al. (1969)
8) vgl. Koelle, Bommer et.al. (1969)
9) etwa bei der BEWAG in Berlin-West; die Faustformel, daß sich der Stromverbrauch in 10 Jahren verdoppelt, ist bei vielen Fortschreibungen richtig.
10) vgl. Der Senator für Schulwesen (1970)
11) vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (1969)
12) vgl. Koelle, Ehinger et.al. (1970)
13) Die Aufteilung in Parameter, Bewertungen und Maßnahmen trifft genau auf die Forrester'schen Informationsfeedbacksysteme zu; sie hat auch in die Simulationssprache DYNAMO Eingang gefunden (TABLE-Funktions, CONSTANTS, CLIP-Functions,), vgl. Forrester (1961, 1969 und 1971) und Pugh (1970).
14) vgl. Krelle, Beckerhoff et.al. (1969), Vorwort
15) vgl. Forrester (1969), Seite 133 – 217
16) vgl. Koelle, Bommer et.al. (1969)
17) vgl. Krelle, Beckerhoff (1969), Seite 313, Formel (12. 2. 24). Bei der Vorratsinvestitionsfunktion beseitigt Krelle störende Einflüsse dadurch, daß er den Wert für die Vorratsinvestition ab 1968 konstant hält und somit nicht die Interdependenzen des Modells berücksichtigt.
18) vgl. Der Senator für Schulwesen (1970), Seite 105
19) vgl. Maier (1971a und 1972a)

20) vgl. Stachowiak (1969); bei der Mathematisierung des Begriffs Perceptor bei der Charakterisierung der Beziehung des kybernetischen Systems „Mensch-Außenwelt" stößt Stachowiak zwangsläufig auf diesen Begriff; Seite 31. Nicht enthalten ist dieser Gedanke in den Arbeiten von Gehmacher (1971), Klages (1971) und Lompe (1971). Die von Diederich vertretene Vorgehensweise bei der Planung in Berlin, daß ein Planungsteam eine Zeitvorgabe von 9 Monaten erhält, scheint dem Verfasser zu groß für einen ersten methodischen Entwurf zu sein, vgl. Diederich (1971), Seite 6, sowie Abschnitt Praxis des Planungsteams.
21) vgl. Maier (1971a und 1972a); der Zusammenhang zwischen den Größen h und α ist durch $h = (1 - n) / \alpha$ gegeben.
22) Beispiele in Maier (1971a)
23) Die in Diagramm 2 dargestellte Simulation wurde im Rahmen einer Lehrveranstaltung an der Technischen Universität Berlin im SS 1972 von Herrn Werner Hugger durchgeführt.
24) vgl. Forrester (1969)
25) Für Polynome ist dies bereits geschehen, vgl. Maier (1972a).
26) Der Grund liegt darin, daß sich nichtlineare Systeme nicht streng klassifizieren lassen und so kein allgemeingültiger Formalismus wie im linearen Fall angesetzt werden kann.
27) Krelle hat diese Möglichkeit bisher nicht in Betracht gezogen. Er ist der Ansicht, daß durch solch einen Prozeß der Computer zu lange blockiert würde; vgl. Krelle (1971), Seite 56, ferner Maier (1972b)
28) vgl. Pugh (1970)
29) vgl. Maier (1971b)
30) vgl. Koelle, Birreck et.al. 1969 – 1970

Schrifttumsverzeichnis

Der Senator für Schulwesen Berlin West, Schulentwicklungsplan für das Land Berlin 1970 – 1975, Berlin, 1970

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Untersuchung über den Nachwuchskräftebedarf in Berlin bis zum Jahre 1980, DIW-Berlin, 1969

Diederich, N., Integrierte Stadtentwicklung: Grundzüge des Berliner Planungssystems, Institut für Städtebau Berlin, 1971

Diederich, N., Planung in Berlin, Landespressedienst, Hersg. Presse- und Informationsdienst des Landes Berlin, Kommunalpolitische Beiträge VI/9, 1971

Forrester, J., Industrial Dynamics, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1961

Forrester, J., Urban Dynamics, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1969

Forrester, J., World Dynamics, Wright Allan Press, Cambridge Massachusetts, 1971

Gehmacher, E., Methoden der Prognostik, Freiburg, 1971

Klages, H., Planungspolitik, Stuttgart, 1971

Koelle, H. H., Bommer, J., Lienemann, F., Heidtmann, F., Maier, H., Nagel, A: Strukturentwicklung der Wirtschaft und Gesellschaft von Einzelstaaten und Staatengruppen am Beispiel des Lebensstandards in den EWG-Ländern (SWIGES), Zentrum Berlin für Zukunftsforschung, ZBZ-Bericht 2/1969

Koelle, H. H., Birreck, M.: Warnsystem bezüglich der Lebensfähigkeit von Berlin, Zentrum Berlin für Zukunftsforschung, ZBZ-Bericht 13/1971

Koelle, H. H., Birreck, M., Bock-Nußbaum, P., Eckert, W., Feige, A., Heinecke, E., Jacobs, A., Lienemann, L., Mackensen, R., Maier, H., Nagel, A., Otto-Gundelach, R., Schöner, P., Wagner, M., Wilpert, C.: Entwurf eines kommunalen Management-Systems (Berliner Simulationsmodell BESI), Zentrum Berlin für Zukunftsforschung, ZBZ-Berichte 4/1969, 6/1969, 7/1970, 9/1970

Krelle, W., Beckerhoff, D., Lange, H.G., Fuß, H.: Ein Prognosesystem für die wirtschaftliche Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland, Meisenheim 1969

Krelle, W., Die Ausnutzung eines gesamtwirtschaftlichen Prognosesystems für wirtschaftliche Entscheidungen, Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften, Vorträge N 210, Opladen 1971

Lompe, K., Gesellschaftspolitik und Planung, Freiburg 1971

Maier, H., Kritische Untersuchung einer Extrapolationsmethode aus mathematischer Sicht, futurum 3/1971 a

Maier, H., Ein problemorientiertes Informationssystem zur Untersuchung der Schülerzahlentwicklung in Berlin-West, 1. Zwischenbericht, Technische Universität Berlin, 1971 b

Maier, H., Zur Extrapolation einer Zeitreihe mit Scenario, Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 9, 1972 a

Maier, H., Eine statistische Analyse zum Thema Lebensstandard in sechs EWG-Ländern mit Konsequenzen für die Planung, Technische Universität Berlin, 1972 b

Meadows, D., Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Stuttgart, 1972

Pugh, A., DYNAMO II, Users Manual, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1970

Stachowiak, H., Denken und Erkennen im kybernetischen Modell, Wien, 1969

Eingegangen am 6. Juli 1972

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Math. Helmut Maier, Technische Universität, 1 Berlin 12, Ernst-Reuter-Platz 7, Zimmer 717

Meßverfahren des ideologischen Standorts im Wertedreieck

von Helmar FRANK, Berlin und Paderborn

Aus dem Institut für Kybernetik an der PH Berlin und im FEoLL Paderborn
(Direktor: Prof. Dr. H. Frank)

1. *Das Wertedreieck*

Das Wertedreieck (es wurde vom Autor erstmals in Frank und Meder, 1970, Seite 187, vorgestellt) ist ein graphisches Darstellungsmittel, keine Theorie. Wie jedes graphische Darstellungsmittel macht es jedoch Voraussetzungen über das Darstellens- und das Hervorhebenswerte. Es geht davon aus, daß

(1) hinter der Vielfalt persönlicher Motive zwar nicht nur ein einziges intersubjektiv herrschendes Leitmotiv (z.B. die Lebenserhaltung) steht, dessen Stärke darstellenswert wäre, wohl aber eine nur sehr kleine Zahl abstrakter Werte, zwischen denen bei der situationsbezogenen Konkretisierung meist Kompromisse nötig sind, und daß

(2) jeder dieser Grundwerte bei der Darstellung der Gewichte, mit denen er in solche Kompromisse eingeht, gleich behandelt werden soll.

Der Einzelmensch hat vielerlei persönliche Bedürfnisse, z.B. (a) als Vorspeise immer Weinbergschnecken oder Austern zur Wahl gestellt zu bekommen; (2) seinen Bart der durchschnittlichen Bartlänge eines Linksextremisten anzugleichen; (3) Tante Emma die letzte Ehre zu erweisen. — Es wäre absurd, dererlei sein Handeln bestimmende Bedürfnisse zu allgemein verbindlichen Werten zu erheben, denn ihre Abhängigkeit von Individium und Situation ist in den Beispielen deutlich zu erkennen. Nach Abstraktion von solchen Besonderheiten der jeweiligen Konkretisierung verbleiben die drei intersubjektiven und intersituativen Werte (1) *Freiheit*, (2) *Gleichheit* und (3) *„Harrung"* (eine Wortprägung, mit der wir das Verharren einer bestehenden Ordnung, wodurch die Zukunft vorhersehbar bleibt, verstehen wollen). Diese drei Werte, die wir beziehentlich durch F, G und H bezeichnen, dürften als Grundwerte für eine abstrakte Wertlehre mindestens sehr weitgehend ausreichen, sofern nicht philosophisch oder empirisch ein Vollständigkeitsnachweis gelingt.

Auch die Nichtrückführbarkeit dieses Vorrats an Grundwerten auf eine kleinere Menge kann im Prinzip empirisch aber auch philosophisch-logisch gezeigt werden: die *Freiheit* (im Sinne des Fehlens logischer oder äußerer physischer Zwänge) kennzeichnet das Wesen der Existenz des *Einzel*menschen, die *Gleichheit* kann bei *zwei* Menschen angestrebt werden, während das zeitweilige *Durchhalten einer Ordnung* mindestens *drei* Individuen voraussetzt, da zum Wesen der Ordnung das Bestehen einer Ordnungsrelation gehört, deren Transitivität nur bei Vorhandensein von wenigstens drei vergleichbaren Elementen verifizierbar ist.

In konkreten Entscheidungssituationen ist damit zu rechnen, daß die geforderten Grundwerte (Imparative I =) F, G und H nicht alle voll verwirklicht werden können. Die Entscheidungen verschiedener Menschen fallen daher je nach den Gewichten (i =) $f, g, h,$ die sie den Grundwerten beimessen, unterschiedlich aus. Diese Gewichte (z.B. erstrebte Mindestprozentwerte der jeweiligen Verwirklichung) enthalten also die Information über den normativ-ideologischen (axiologischen) Standort, der in verschiedenen Wertungsbereichen (Privatleben, Ausbildung, Wirtschaft, Politik etc.) unterschiedlich sein kann.

Gäbe es nur zwei Grundwerte, z.B. F und G, und normiert man, wie oben angedeutet, ihre Gewichte so, daß sie zwischen 0 und 1 liegen, dann könnte man den Standort als Punkt $(f;g)$ in einem Einheitsquadrat des ersten Quadranten eines cartesischen Koordinatensystems darstellen, dessen Mediane (Diagonale) $f = g$ im gewählten Beispiel den Bereich der *liberalen* (freisinnigen) Ideologien (definiert durch $f > g$) vom Bereich *kollektivistischer* (ausgleichender) Ideologien ($f < g$) trennt. Nun wird man eine Ideologie als *konservativ* (bewahrend) genau dann bezeichnen, wenn sie H ein größeres Gewicht als F und G beimißt, wenn also sowohl f/h als auch g/h kleiner ist als 1. Das Vergleichsergebnis zwischen f und g ist dasselbe wie das zwischen f/h und g/h. In einem cartesischen Koordinatensystem mit den Achsen $y = f/h$ und $x = g/h$ ist daher jede konservative Ideologie durch einen Punkt im Quadrat (0; 0) (0; 1) (1; 1) (1; 0) repräsentiert, während die liberalen und die kollektivistischen Ideologien im ersten Quadranten außerhalb dieses Quadrats und durch die Mediane voneinander getrennt dargestellt sind.

Innerhalb des Bereichs der konservativen Ideologien trennt die Diagonale $y = x$ den freisinnigen vom ausgleichenden Flügel. Entsprechend läßt sich auch ein bewahrender und ein ausgleichender Flügel der liberalen und ein bewahrender und ein freisinniger Flügel der kollektivistischen Ideologien aufgrund des Größenvergleichs der beiden jeweils *nicht* bevorzugten Werte definieren, also durch den Wert, durch den meistens die Wahl des *Weges* zum (vom bevorzugten Wert abhängigen) Ziel bestimmt wird. Diese Flügel werden durch die Geraden $x = 1$ bzw. $y = 1$ getrennt.

Faßt man zum Zwecke einer anderen Ideologienklassifikation je zwei benachbarte Flügel zusammen, dann bietet sich für die F am geringsten wertenden, also zur Bevormundung – bzw., positiv ausgedrückt: zur *Fürsorge* – neigenden Ideologien die Bezeichnung *„Wohlfahrtsideologien"* an. Analog dazu sprechen wir von *„Fortschrittsideologien"* bzw. von *„Persönlichkeitsideologien"*, wo H bzw. G am geringsten geachtet wird. (Im *erweiterten* Sinne kann man diese drei Ausdrücke auch gebrauchen, wo der kennzeichnende Wert I nicht notwendig mit *geringster*, aber jedenfalls nicht mit *höchster* Priorität gefordert wird.) Jeder Flügel läuft in einen arteigenen Extremismus („Radikalismus" – wir benutzen die Ausdrücke ohne die Absicht einer Abwertung!) aus, der dadurch gekennzeichnet ist, daß dem jeweiligen Wert höchster Priorität mehr als (beispielsweise) das vierfache Gewicht als dem jeweiligen Wert letzter Priorität beigemessen wird. So ist das starr planende *stalinistische* Extrem des bewahrenden Flügels des Kollektivismus durch $g > 4 \cdot f$, das permanent revoltierende *maoistische* Extrem des freisinnigen Flügels des Kollektivismus durch $g > 4 \cdot h$ gekennzeichnet. Entsprechend kann man bei den Flügeln des Konservativismus ein *nationalistisches* ($h > 4 \cdot f$) und ein *standespartikularistisches*, insbesondere *monarchistisches* Extrem ($h > 4\,g$) definieren, und beim Liberalismus die – wegen der zur Zeit geringeren Verbreitung des Liberalismus politisch weniger deutlichen – Extreme des *Freiheitskämpfertums* ($f > 4 \cdot h$) und des *Freimaurertums* ($f > 4 \cdot g$).

Die extremen Flügel der Wohlfahrtsideologien bezeichnen wir als *faschistoid*, die der Fortschrittsideologien als *revoltierend*, die der Persönlichkeitsideologien als *differenzierend*. Die Ausdrücke „Rechtsradikalismus" und „Linksradikalismus" bleiben, da irreführend, undefiniert – man spricht besser von „Radikalkonservatismus" und „Radikalkollektivismus" – die Existenz des dritten Extrems damit nicht ausschließend.

Die verbal *gleiche* Behandlung von F, G und H kommt in der bildlichen Darstellung (Bild 1) nicht zum Ausdruck: H nimmt hier eine Sonderstellung ein. Diese Sonderstellung könnte durch andere Definition der Achsen auch G oder F zugeschoben werden:

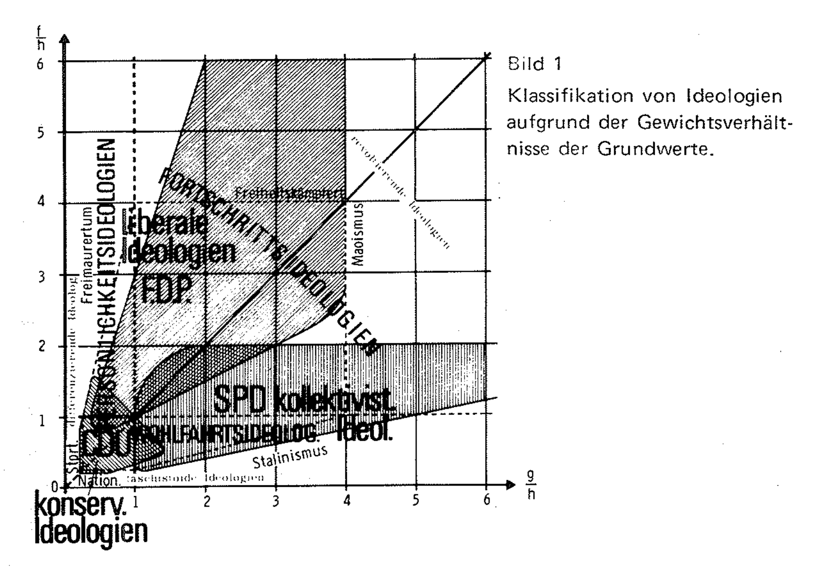


Bild 1
Klassifikation von Ideologien aufgrund der Gewichtsverhältnisse der Grundwerte.

dem Grundwert F dadurch, daß man $x = h/f$, $y = g/f$ setzt (womit übrigens, vom – nun quadratischen – Bereich liberaler Standorte aus gesehen, der Radikalkonservativismus jetzt rechts, der Radikalkollektivismus links liegt!). – Wir überlassen diese möglichen Umformungen von Bild 1 dem Leser.

Damit die Abhängigkeit des entstehenden Eindrucks von der jeweiligen Darstellung noch mehr ins Auge sticht, wurden im Bild die grob geschätzten Streubereiche der Standorte maßgebender Politiker der drei großen Parteien der Bundesrepublik mit (bis auf die abgerundeten Ecken) geradliniger Begrenzung angedeutet; die darstellungsbedingte Verzerrung der Größenverhältnisse ist offensichtlich. Beispielsweise wurden für den Spielraum der Standpunkte in der FDP folgende Abschätzungen gemacht: $f < 3 \cdot g$, $f < 6 \cdot h$, $g < 4 \cdot h$, $f > 1/2 \cdot (g + h)$, was zu den Grenzlinien $y = 3 \cdot x$, $y = 6$, $x = 4$ und $y = 1/2 \cdot (x + 1)$ führt. (Der Abstand des Gebiets vom extrem bewahrenden Flügel möge als Darstellung des derzeit praktisch verschwundenen „altliberalen" Einflusses auf die FDP gelten.)

Man erkennt durch Vergleich der Abschätzungen mit den Gleichungen der in Bild 1 eingezeichneten Grenzlinien, daß f, g und h die Rolle homogener Koordinaten spielen, wobei $h = 0$ die Gleichung der Ferngeraden ist. Mittels Verallgemeinerung durch Deutung

als Dreieckskoordinaten, wobei der in Bild 1 dargestellte erste Quadrant projektiv auf ein gleichseitiges Dreieck mit der Seitenlänge 1, und der Punkt $x = 1$, $y = 1$, auf den Schwerpunkt abgebildet wird, erhalten wir die eingangs geforderte Gleichbehandlung von F, G und H. (Geraden gehen bei der projektiven Abbildung in Geraden über, Kegelschnitte in Kegelschnitte.) Zur Erzeugung voller Symmetrie zwischen den drei Grundwerten enthält Bild 2 auch die in Bild 1 nicht eingezeichneten Linien $x = 1/2$, $1/3$, $1/4$ ...; $y = 1/2$, $1/3$ ...; $y/x = 2, 3, 4, ...$ und $y/x = 1/2, 1/3, 1/4$ ... . Die Fernpunkte der x- bzw. der y-Achse nennen wir G-Pol bzw. F-Pol, den Ursprung H-Pol.

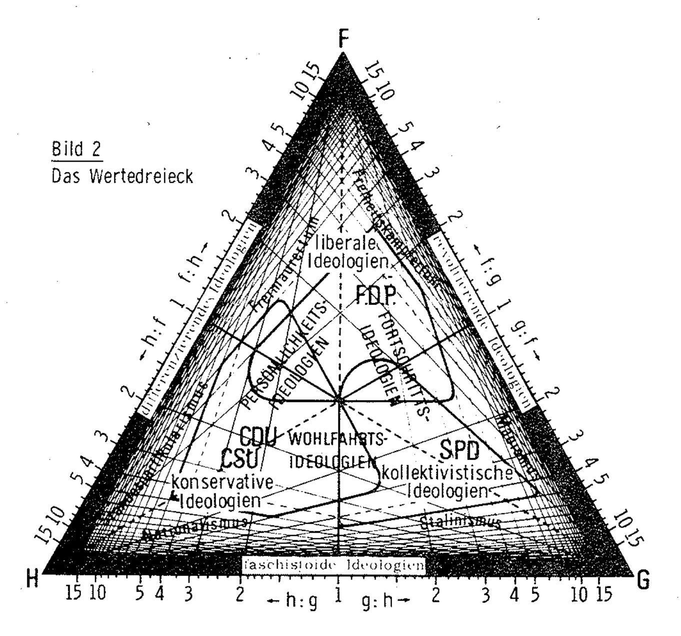


Bild 2
Das Wertedreieck

Nach Abbildung zum „Wertedreieck" ist jeder I-Pol eine Ecke des Dreiecks. Für das Doppelverhältnis d = ($PEOU$), wobei P ein Punkt der x-Achse mit dem Koordinatenwert x, E der Einheitspunkt der x-Achse, 0 der Nullpunkt und U ihr Fernpunkt ist, gilt:

(1) $$d = (PEOU) =_{Def} \frac{\overrightarrow{UE}}{\overrightarrow{OE}} : \frac{\overrightarrow{UP}}{\overrightarrow{OP}} = x$$

Für jeden Punkt P der x-Achse mit dem Koordinatenwert x ist also $d = x$. Nach Abbildung auf die Seite HG des Wertedreiecks (wobei der H-Pol 0 bzw. der G-Pol U jetzt als Ecken des Dreiecks erscheinen und E auf den Halbierungspunkt von HG abgebildet wird) ist das Doppelverhältnis

(2) $$d = \left(-\frac{1/2}{1/2}\right) : \left(-\frac{1-g_H}{g_H}\right) = \frac{g_H}{1-g_H}$$

wobei g_H den („Polwert" genannten) Abstand vom H-Pol bezeichnet. Da das Doppelverhältnis bei projektiven Abbildungen invariant bleibt, gilt nach Gleichsetzung von (1) und (2) und Auflösung nach g_H:

(3a) $$x = \frac{g_H}{1-g_H}$$ (3b) $$g_H = \frac{x}{1+x}$$

So kann man insbesondere (für $x = 1, 2, 3, 4, ...$) die Gitterpunkte der Seite HG und analog (mit y statt x) jene der Seite HF durch Rechnung und Messung ermitteln, falls man geometrische Konstruktionen vermeiden will. Die Skalierung von GF ist mit jeder der beiden anderen Seiten identisch. Allgemein gilt nämlich

(4a) $$\frac{i}{i^*} = \frac{i_{I^*}}{1-i_{I^*}}$$ (4b) $$i_{I^*} = \frac{i/i^*}{1+i/i^*} = \frac{i}{i^*+i}$$

wobei i_{I^*} den Abstand des auf der Seite $\overline{II^*}$ liegenden Punktes mit dem Koordinatenwert i/i^* vom Pol I^* bezeichnet.

Eine näher liegende, wenngleich weniger bequem zu handhabende Veranschaulichung des ideologischen Standorts könnte durch einen Punkt $(f; g; h)$ im Einheitswürfel erfolgen, wobei f, g, h cartesische Koordinaten sind. Für jede zwischen 0 und 1 liegende reelle Zahl c ist $(c \cdot f; c \cdot g; c \cdot h)$ ein *anderer* solcher Punkt, dem jedoch im Wertedreieck *derselbe* Punkt mit den *Dreiecks*koordinaten $(f; g; h) = (c \cdot f; c \cdot g; c \cdot h)$ entspricht; die Darstellung im Wertedreieck enthält dann nicht die volle Information. Falls jedoch f, g und h voneinander linear abhängen, d.h. eine Gleichung $\alpha \cdot f + \beta \cdot g + \gamma \cdot h = 0$ befriedigen, so daß alle Punkte auf einer Ebene durch den Ursprung des Koordinatensystems liegen, dann liegen die entsprechenden Punkte im Wertedreieck alle auf einer Geraden. Das wäre aus den empirischen Ergebnissen leicht abzulesen und würde das Wertedreieck als Darstellungsmittel ungeeignet machen. Dasselbe gälte, wenn zwischen f, g und h ein anderer homogener Zusammenhang bestünde, also alle Meßwerte im Wertedreieck auf einer Kurve lägen. Die Abbildung der empirisch gefundenen Wertetripel $(f; g; h)$ in das Wertedreieck kann nur dann ohne Informationsverlust erfolgen, wenn zwischen ihnen eine nicht homogene Beziehung besteht. Z.B. enthält die Darstellung durch das Wertedreieck die volle Information, wenn die (phänomenologisch nicht ganz deutliche) Annahme zulässig ist, daß (1) jeder Einzelmensch eine gleich starke, in die Komponenten f, g und h zerlegbare Wertverwirklichung wünscht, und (2) die Grundwerte F, G und H in dem Sinne orthogonal sind, daß aus $i = 1$ und $i^* \neq i$ stets $i^* = 0$ folgt, und $f^2 + g^2 + h^2 = 1$ gilt, also alle ideologischen Standorte auf einem Oktanten der Einheitskugeloberfläche liegen. – Die empirische Überprüfung der Annahme wird ein wenig durch den Umstand erschwert, daß schon der Erwartungswert von $\sum i^2$ bei unabhängiger, mit konstanter Wahrscheinlichkeitsdichte erfolgender Zufallserzeugung der Werte i sich zu 1 berechnet, allerdings mit der beträchtlichen Streuung $\pm 2/\sqrt{15}$, so daß noch rund 1/3 aller Ergebnisse außerhalb von $1 \pm 0{,}518$ liegen müßte. (Der Beweis kann z.B. durch geringfügige Abwandlung der bei Frank, 1963, Seite 530f., benutzten Vorgehensweise erbracht werden.) Setzt man umgekehrt die exakte Gültigkeit unserer Annahme voraus, unterstellt jedoch, daß statt des jeweils exakten Wertes i mit konstanter Wahrscheinlichkeitsdichte irgendein Wert zwischen $i - \delta$ und $i + \delta$ (der jedoch jedenfalls zwischen 0 und 1 liegt) gemessen werde, dann erhält man als Erwartungswert der Summe der Quadrate der drei Meßwerte $1 + \delta^2 + \delta^3 \cdot$ Rest, also einen von der Meßgenauigkeit abhängigen Exzeß über 1 hinaus. Ein regelmäßig geringfügig über 1 hinausgehender Exzeß kann als Stütze unserer Annahme gewertet werden, ist jedoch zusätzlich auch als nicht vollständige Orthogonalität deutbar.

Die von Flach (1971, Seite 66) vorgeschlagene Darstellung des (schon durchgesetzten bzw. von vornherein mit der gesellschaftlichen Wirklichkeit übereinstimmenden) ideologischen Standpunkts durch ein Dreieck mit den Seiten f, g und h (wobei Flach an die Stelle der Harrung die Effektivität setzt, die wohl linear von f und h abhängig ist) ist nur in den Fällen möglich, bei denen jedes i kleiner ist als die Summe der beiden anderen – also insbesondere nicht bei polnahen, extremen Standorten.

2. *Ein-, zwei- und dreisinnige Selbsteinschätzverfahren*

Das nächstliegende, wenn auch sicher sehr grobe Verfahren der Standortmessung eines Einzelmenschen im Wertedreieck besteht darin, ihn durch verbale Umschreibung nach seinen Gewichten f, g und h zu fragen. Eine Frage nach f kann lauten:

„Stellen Sie sich vor, im privaten ... politischen Bereich soll unter Ihrer Mitwirkung über eine sehr große Anzahl von bisherigen Einzelregelungen *neu* und über zusätzliche Festlegungen *erstmals* entschieden werden. In einem Teil der Fälle ist dabei zu entscheiden, ob jeweils

(f) einer großen individuellen Freiheit der Vorzug zu geben ist, oder eher

(x) einer klaren Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse bzw. einer weitgehenden Vereinheitlichung der jeweils berührten unterschiedlichen Rechte, Pflichten, Einsichten, Formen und Regelungen.

In wieviel Prozent der einzelnen Entscheidungsfälle würden Sie vermutlich zugunsten von (f) entscheiden?"

Im Falle g könnte als Alternative formuliert werden:

„... (g) eine weitgehende Gleichheit oder Gleichstellung aller Menschen der jeweils betroffenen Gruppierung anzustreben ist, oder eher

(y) eine uneingeschränkte Entfaltungsmöglichkeit jedes Einzelnen, bzw. eine Wahrung und Pflege der jeweils geschichtlich gewordenen Vielfalt."

Zur Selbsteinschätzung auf der h-Skala kann man den folgenden Text einbauen:

„... (h) eine hohe Stabilität, also eine Sicherung der aufgebauten Ordnungsstrukturen zu bevorzugen ist, oder eher

(z) ein baldiger Ausgleich der entstandenen Unterschiede bzw. ein unbehindertes Fortschreiten zu neuen, noch unerprobten, die veränderten und wechselnden individuellen Wünsche möglicherweise besser befriedigenden Formen."

Zwecks Abschätzung der Genauigkeit dieser *mengenmäßigen* Selbsteinschätzung, wird man natürlich später auch nach x, y und z fragen; bei exakt reproduzierbarer Selbsteinschätzung ist $x = 1 - f$, $y = 1 - g$, $z = 1 - h$.

Bei der *stärkemäßigen* Selbsteinschätzung wird nach der subjektiven Wichtigkeit von F, G und H gefragt, wobei die Bewertung durch Angabe des angemessen erscheinenden Prozentsatzes i der Verwirklichung der jeweiligen Maximalforderungen ausgedrückt werden soll.

Während diese Selbsteinschätzungsverfahren insofern „einsinnig" sind, als jeweils nur auf einen der drei Grundwerte ausdrücklich zu achten ist, geht es bei den „zweisinnigen" Selbsteinschätzungsverfahren um Vergleiche zwischen zwei Grundwerten. Man kann dabei (1) mengenmäßig vergleichen lassen, in wieviel Prozent aller Konfliktfälle zwischen I und I^* der Befragte sich für I entscheiden würde, oder (2) stärkemäßig, wieviel wichtiger ihm I ist als I^*. Einschließlich der späteren Kontrollen durch die umgekehrte Frage kommt man wieder auf vier Meßwerte für jede gesuchte Größe (hier i/i^*).

Eine nur sehr ungenaue Ortsbestimmung liefert das „dreisinnige" Verfahren, in verschiedenen fiktiven Situationen mit (mindestens) drei Stimmen und dem Recht zu kumulieren und zu panaschieren an Wahlen teilzunehmen, bei denen drei Parteien sich als Anwälte je eines der drei Grundwerte empfehlen.

Abgesehen von der am Streubereich erkennbaren geringen *Zuverlässigkeit* (Reproduzierbarkeit) aller Schätzverfahren, ist auch eine eingeschränkte *Gültigkeit* wegen systematischer Meßfehler aller genannten Verfahren zu erwarten: Die Wertung im individuellen Tätigkeitsbereich (z.B. beim Autor: Forschung und Lehre) könnte sich unverhältnismäßig stark durchsetzen; bei den zweisinnigen und dreisinnigen Verfahren könnte es zusätzlich zu einer Kontrastverschärfung kommen; bei den dreisinnigen Verfahren stören überdies noch taktische Überlegungen und der Zwang zu einer stark vergröberten Wertungsäußerung.

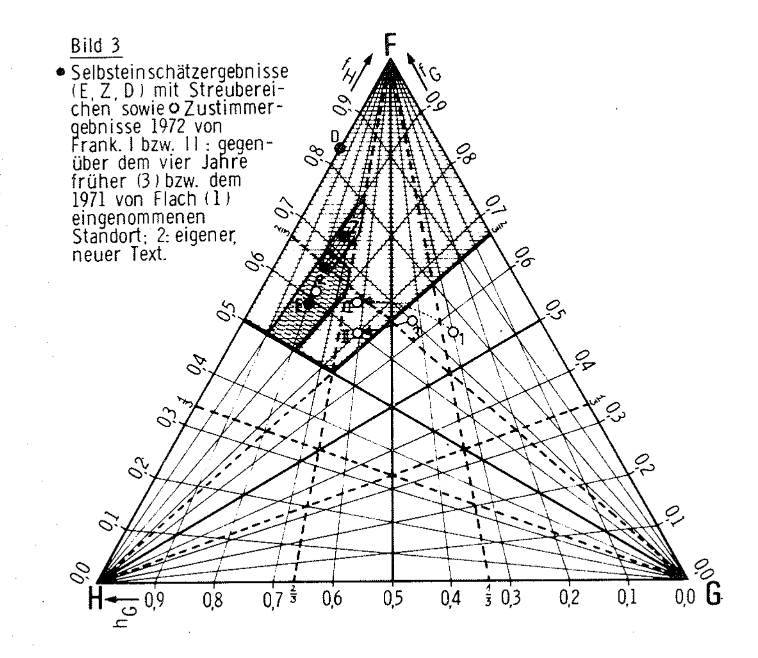


Bild 3
• Selbsteinschätzergebnisse (E, Z, D) mit Streubereichen sowie o Zustimmergebnisse 1972 von Frank. I bzw. II: gegenüber dem vier Jahre früher (3) bzw. dem 1971 von Flach (1) eingenommenen Standort; 2: eigener, neuer Text.

Bei einem Selbstversuch erhielt der Verfasser die in Bild 3 (je mit maximalem Streubereich) eingetragenen Ergebnisse. (Auf die Punkte 1, 2, 3 kommen wir in § 4, auf die Punkte I und II in § 5 zurück). Aus den einsinnigen Verfahren (Punkt E) ergab sich

$f = 0{,}825 \pm 0{,}075;\ g = 0{,}150 \pm 0{,}050;\ h = 0{,}575 \pm 0{,}175;\ \Sigma i^2 = 1{,}236 \pm 0{,}339$

(Als Fehler wird, wegen der je nur vier Meßwerte, hier wie beim Ergebnis der zweisinnigen Verfahren – Meßwert Z – mit dem Größtfehler gerechnet!)

Da die Ergebniseintragung am bequemsten in lineare Skalen erfolgt, sind in Bild 3 die Seiten nicht durch die Gewichtsverhältnisse $i : i^*$ (wie bei Bild 2), sondern durch die daraus nach (4b) berechenbaren bzw. bei den zweisinnigen Verfahren teilweise unmittelbar erhobenen Polwerte f_H, f_G, h_G beziffert. Die Werteverhältnisse folgen daraus leicht wieder nach (4a). – Da $i_{I*} = 1 - i^*_I$ ist, behandelt diese Darstellung (die nur das Koordinatenraster, nicht die Lage der Punkte im Wertedreieck ändert!) alle drei Grundwerte gleich.

3. *Normierte Zustimmungsverfahren*

Bei der im Prinzip genauesten Methode der Standortmessung werden der einzuordnenden Person (oder Gruppe) zu jedem Grundwert je nach gewünschter Genauigkeit ein bis drei Dutzend diesen ausdrückende Werturteile I sowie zu jedem davon das entgegengesetzte Werturteil $\bar{I}$ aus einem bestimmten Wertungsbereich oder (geeignet verteilt) aus dem Gesamtbereich zur Zustimmung oder Ablehnung vorgelegt. Bezeichnen v_I bzw. $v_{\bar{I}}$ den Prozentsatz der Zustimmung zu I bzw. $\bar{I}$, $\bar{v}_I$ bzw. $\overline{v_{\bar{I}}}$ den Prozentsatz entsprechender Ablehnungen, dann ist im einfachsten Falle $v_I = \overline{v_{\bar{I}}} = i$, $\bar{v}_I = v_{\bar{I}} = \bar{i} = 1 - i$.

Falls der Befragte seine wahre Einstellung verbirgt, entsteht ein nicht erkennbarer systematischer Meßfehler. Falls er nur zu einem Prozentsatz s der Werturteile einen sicheren Standpunkt einnimmt, während er hinsichtlich des restlichen Prozentsatzes u unsicher ist und entweder für den Augenblick der Stellungnahme dem *Einfluß* der Wertung verfällt (Wahrscheinlichkeit e) oder seiner Neigung zum *Widerspruch* nachgibt (Wahrscheinlichkeit w), gelten für das beobachtete Verhalten die Gleichungen:

(5a) $v_I = s \cdot i + u \cdot e$ (5b) $\bar{v}_I = s \cdot \bar{i} + u \cdot w$

(6a) $v_{\bar{I}} = s \cdot \bar{i} + u \cdot e$ (6b) $\overline{v_{\bar{I}}} = s \cdot i + u \cdot w$

wobei von den sechs Unbekannten je zwei komplementär sind:

(7a) $s + u = 1$ (7b) $e + w = 1$ (7c) $i + \bar{i} = 1$

Falls der Befragte zu einer Wertung I bzw. $\bar{I}$ einen sicheren Standpunkt weder von vornherein innehatte noch durch Beeinflußbarkeit oder Widerspruchsneigung auf Dauer einnahm, wird er der späteren entgegengesetzten Wertung wieder mit der Wahrscheinlichkeit e zustimmen, mit der Wahrscheinlichkeit w sie ablehnen. Bezeichnet $v_{I\bar{I}}$ (bzw. $\bar{v}_{I\bar{I}}$) das zu erwartende Verhältnis der Zahl der Fälle, daß *sowohl* einem Wert I als *auch* dem Gegenwert $\bar{I}$ zugestimmt (bzw. widersprochen) wird, zur Zahl der vorgelegten Paare kontradiktorischer Werturteile, dann gilt offenbar

(8a) $u \cdot e^2 = v_{I\bar{I}}$ (8b) $u \cdot w^2 = \bar{v}_{I\bar{I}}$

Sind $v_{I\bar{I}}$ und $\bar{v}_{I\bar{I}}$ beide 0, dann ist in (5a, b) und (6a, b) $u = 0$, $s = 1$ zu setzen. Verschwindet nur eine dieser Verhaltensgrößen, dann ist die andere gleich u, und e bzw. w ist gleich 1. Falls keine verschwindet, dann stehen der Berechnung von e oder w die Gleichungen (8a, b) und die aus (5a) und (6b) folgende Beziehung

(9) $v_I - \overline{v_{\bar{I}}} = u \cdot (e - w)$

zur Verfügung.

Da die *Meßwerte* für das Verhalten um die *Erwartungs*werte $v_{I\bar{I}}$ und $\bar{v}_{I\bar{I}}$ streuen können, kann das errechnete Ergebnis davon abhängen, welche der drei Gleichungen (8a, 8b, 9) nicht herangezogen wurde, d.h. man wird eine Ausgleichsrechnung vornehmen. –

Es ist zweckmäßig, der einzuordnenden Person für ihre abgestufte Stellungnahme eine ungerade Zahl a von Punkten zur Verfügung zu stellen, die sie in einem „Wertquadrat" hinter dem jeweiligen Werturteil oberhalb oder unterhalb eines waagerechten Querstrichs verteilt. Bei z.B. $a = 3$ Punkten, bedeutet $\boxed{\frac{\cdot\,\cdot\,\cdot}{\;}}$ unbedingte Zustimmung, $\boxed{\frac{\cdot\,\cdot}{\cdot}}$ eher Zustimmung als Ablehnung, $\boxed{\frac{\cdot}{\cdot\,\cdot}}$ eher Ablehnung als Zustimmung und $\boxed{\frac{\;}{\cdot\,\cdot\,\cdot}}$ unbedingte Ablehnung. JI (bzw. $J\bar{I}$) bezeichnet die gesamte Zahl der Punkte, die zur Bejahung eines den Grundwert I (bzw. dessen Negation $\bar{I}$) ausdrückenden Werturteils verwendet wurden, NI (bzw. $N\bar{I}$) die entsprechende Zahl von Nein-Punkten. Man erhält daraus folgende Meßwerte:

(10a) $\frac{JI}{JI + NI} = v_I$ (10b) $\frac{J\bar{I}}{J\bar{I} + N\bar{I}} = v_{\bar{I}}$ (10c) $\frac{NI}{JI + NI} = \bar{v}_I$ (10d) $\frac{N\bar{I}}{J\bar{I} + N\bar{I}} = \overline{v_{\bar{I}}}$

Es wird also so gerechnet, als seien jedesmal a Beurteilungen vergleichbarer Werturteile vorgenommen worden. Zur Berechnung von $v_{I\bar{I}}$ und $\bar{v}_{I\bar{I}}$ bestimmt man bei jedem kontradiktorischen Werturteilpaar die Zahlen p und q der Ja-Punkte für I bzw. $\bar{I}$, sowie $a - p$ und $a - q$ der jeweiligen Nein-Punkte. Die Summe der Produkte pq bezeichnen wir mit $JIJ\bar{I}$, die Summe der Produkte $(a-p) \cdot (a-q)$ mit $NIN\bar{I}$. Damit gewinnt man folgende empirische Werte:

(11a) $\frac{JIJ\bar{I}}{a \cdot (JI + N\bar{I})} = v_{I\bar{I}}$ (11b) $\frac{NIN\bar{I}}{a \cdot (JI + N\bar{I})} = \bar{v}_{I\bar{I}}$

Die Zählergebnisse faßt man zweckmäßigerweise in die Matrix

$$(12) \qquad W = \begin{pmatrix} JF & JG & JH \\ NF & NG & NH \\ J\bar{F} & J\bar{G} & J\bar{H} \\ N\bar{F} & N\bar{G} & N\bar{H} \end{pmatrix}$$

zusammen.

Unterteilt man für die Zuverlässigkeitsabschätzung (Fehlerrechnung) die Ausgangsdaten (Wertquadrate) nach der Halbierungsmethode, dann erhält man zwei solche Wertungsmatrizen W_1 und W_2, deren Summe W ist.

4. *Eigenzustimmungsverfahren*

Anstelle eines normierten Textes aus Werturteilen kann man zur Einordnung eines Autors auch einen von diesem selbst stammenden Text verwenden, sofern der letztere innerhalb eines Wertungsbereichs oder insgesamt hinreichend viele wertende Äußerungen enthält. Diese werden als (durch eine Punktverteilung wie in § 3 gestufte) Zustimmung oder Ablehnung bezüglich hypothetischer oder zitierter Werturteile eines der sechs Typen F, G, H, $\bar{F}$, $\bar{G}$, $\bar{H}$ ebenso wie bei normierten Zustimmungsverfahren registriert. Als Prozentsatz sicherer Urteile kann hier natürlich $s = 1$ angenommen werden. Dennoch ist nicht damit zu rechnen, daß einfach $v_I = \overline{v_I} = i$ gilt. Denn der Text stellt nicht die Stellungnahme des Autors zu einer Zufallsstichprobe aus der Menge aller möglichen Werturteile dar, vielmehr äußert möglicherweise der Autor von den Wertungen, denen er zustimmt, nur den Prozentsatz η, von denen, die er ablehnt, nur den Prozentsatz ζ, wobei je nach dem Grundwert I und je nachdem, ob der Autor hier eher als „Künder" oder eher als „Warner" auftritt, $\eta \gtrless \zeta$ sein kann. Zu erwarten ist

$$(13a) \qquad r =_{Df} \frac{JI}{NI} = \frac{i \cdot \eta}{(1-i) \cdot \zeta} \qquad\qquad (13b) \qquad s =_{Df} \frac{N\bar{I}}{J\bar{I}} = \frac{i \cdot \zeta}{(1-i) \cdot \eta}$$

Durch Elimination von η/ζ erhält man aus diesen Gleichungen

$$(14) \qquad i = \frac{\sqrt{r \cdot s} - r \cdot s}{1 - r \cdot s}$$

i hängt also vom geometrischen Mittel der nach (13a, b) errechneten Größen ab. Da diese indessen in der Praxis aus sehr verschieden umfangreichen Zählungen ($JI + NI$ bzw. $N\bar{I} + J\bar{I}$) beruhen, zeigt sich rasch, daß man mit dem entsprechend gewichteten geometrischen Mittel $r^m \cdot s^n$ genauere Werte erhält.

Die Genauigkeit kann mit den Mitteln der Fehlerrechnung durch den mittleren (quadratischen) Fehler angegeben werden:

$$(15) \qquad i = \frac{r^m \cdot s^n - (r^m \cdot s^n)^2}{1 - (r^m s^n)^2} \pm \frac{r^m \cdot s^n}{(r^m s^n + 1)^2} \cdot \sqrt{\frac{m^3}{r^2} \cdot (\Delta r)^2 + \frac{n^3}{s^2} \cdot (\Delta s)^2}$$

wobei die Gewichte m und n sich berechnen aus

$$(15a) \qquad m = \frac{JI + NI}{JI + NI + J\bar{I} + N\bar{I}} \qquad\qquad (15b) \qquad n = \frac{JI + N\bar{I}}{JI + NI + J\bar{I} + N\bar{I}}$$

Δr und Δs werden als gewichtete mittlere Abweichung der aus W_1 bzw. W_2 für r und s gewonnenen Ergebnisse von den aus W gewonnenen berechnet.

Das Verfahren wurde erstmals angewandt auf (1) die liberale Streitschrift von Flach (1971), auf (2) die vor allem den Bildungssektor betreffenden, sich ebenfalls als liberal bezeichnenden Äußerungen von Frank in Frank und Meder, 1971, Seite 195 – 200, sowie (3) auf die früheren und allgemeineren normativ-ideologischen Stellungnahmen des Kapitels 7 in Frank 1969.

Gegenüber dem normierten Zustimmungsverfahren ergeben sich folgende Schwierigkeiten, denen nicht durchweg nach einem intersubjektiven Verfahren (einem „Quasi-Algorithmus" im Sinne von Bung, 1970, Seite 34) begegnet werden kann:

Manche Wertungen sind in einer Sachverhaltsaussage sprachlich versteckt. Manche Urteile bestehen in der sprachlich offenen oder versteckten Bevorzugung eines Werts vom Typ I gegenüber einem anderen vom selben oder einem anderen Typ. Manche Wertungen sind nicht leicht einem Typ zuzuordnen. Bei manchen Fällen ist die Abstufung (es wurde stets mit $a = 3$ gearbeitet) oder der Umstand, ob I bejaht (verneint) oder vielmehr $\bar{I}$ verneint (bejaht) wird, sprachlich nicht leicht erkennbar.

So entstanden die Wertungsmatrizen von Tabelle 1. (Bei Text 1 wurden bei der Halbierungsmethode alle Wertquadrate zweier gegenüberliegender Buchseiten bei derselben Matrix aufaddiert, bei den Texten 2 und 3 jedes übernächste Wertquadrat.)

Text \ Daten-Quelle	1. Stichprobe bei der Halbierungsmethode	2. Stichprobe bei der Halbierungsmethode	Gesamtes Textmaterial
1 (Flach, 1971)	$\begin{pmatrix} 58 & 34 & 15 \\ 17 & 11 & 42 \\ 14 & 14 & 40 \\ 37 & 7 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 65 & 30 & 12 \\ 4 & 15 & 21 \\ 8 & 7 & 38 \\ 19 & 5 & 16 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 123 & 64 & 27 \\ 21 & 26 & 63 \\ 22 & 21 & 78 \\ 56 & 12 & 24 \end{pmatrix}$
2 (Frank, 1971)	$\begin{pmatrix} 26 & 3 & 8 \\ 4 & 24 & 10 \\ 3 & 6 & 4 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 23 & 5 & 8 \\ 1 & 16 & 10 \\ 0 & 0 & 5 \\ 3 & 0 & 16 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 49 & 8 & 16 \\ 5 & 40 & 20 \\ 3 & 6 & 9 \\ 3 & 0 & 18 \end{pmatrix}$
3 (Frank, 1969)	$\begin{pmatrix} 36 & 13 & 18 \\ 0 & 8 & 21 \\ 3 & 0 & 10 \\ 24 & 9 & 5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 37 & 10 & 19 \\ 2 & 20 & 17 \\ 0 & 0 & 9 \\ 24 & 6 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 73 & 23 & 37 \\ 2 & 28 & 38 \\ 3 & 0 & 19 \\ 48 & 15 & 5 \end{pmatrix}$

Tabelle 1: Wertungsmatrizen W beim Eigenzustimmungsverfahren

Die Tabelle 2 enthält die nach (15) berechneten Wertgewichte i, welche die Autoren in den drei Texten vertreten, ferner die wahrscheinlichen Verhältnisse i/i^*, die wahrscheinlichen, die minimalen und die maximalen Polwerte i_{l*} sowie den für $\eta = \zeta$ exakt gültigen Näherungswert

$$(16) \qquad i \approx \frac{Jl + N\bar{l}}{Jl + Nl + J\bar{l} + N\bar{l}}$$

der überall dort benutzt werden muß, wo ein Element der Matrixspalte den Wert 0 annimmt. (Ist dies bei W_1 oder W_2 der Fall, dann kann der nach (15) zu berechnende mittlere Fehler unbestimmt werden.)

Text	$i \pm \Delta i$ (nach Gl. 15)	i (nach Gl. 16)	i_{l*} (min; max)	i/i^*
1 (Flach, 1971)	f = 0,815 ± 0,085	0,806 ± 0,045	f_G = 0,565 (0,527; 0,600)	$\frac{f}{g} \approx 1{,}30$
	g = 0,626 ± 0,027	0,618 ± 0,004	f_H = 0,755 (0,713; 0,793)	$\frac{f}{h} \approx 3{,}08$
	h = 0,265 ± 0,031	0,266 ± 0,052	g_H = 0,701 (0,669; 0,736)	$\frac{g}{h} \approx 2{,}36$
	Σi^2 = 1,125 ± 0,188	1,097 ± 0,106		
2 (Frank, 1971)	f = 0,887 ± ?	0,900 ± 0,100	f_G = 0,856 (0,781; 0,930)	$\frac{f}{g} \approx 5{,}99$
	g = ?	0,148 ± 0,074	f_H = 0,617 (0,576; 0,664)	$\frac{f}{h} \approx 1{,}62$
	h = 0,547 ± 0,041	0,540 ± 0,095	h_G = 0,785 (0,695; 0,887)	$\frac{h}{g} \approx 3{,}69$
	Σi^2 = ?	1,123 ± 0,313		
3 (Frank, 1969)	f = 0,964 ± ?	0,960 ± 0,008	f_G = 0,638 (0,577; 0,709)	$\frac{f}{g} \approx 1{,}76$
	g = ?	0,575 ± 0,151	f_H = 0,700 (0,660; 0,739)	$\frac{f}{h} \approx 2{,}32$
	h = 0,415 ± 0,074	0,424 ± 0,002	g_H = 0,569 (0,446; 0,672)	$\frac{g}{h} \approx 1{,}05$
	Σi^2 = ?	1,377 ± 0,182		

Tabelle 2: Beim Eigenzustimmungsverfahren ermittelte Dreieckskoordinaten und Polwerte

Man erkennt durch Vergleich der Spalte 2 mit der Spalte 3 der Tabelle 2, daß der systematische Fehler, den man bei Verwendung der allgemein anwendbaren Näherungsformel (16) begeht, vernachlässigbar ist gegenüber dem mittleren zufälligen Fehler nach (15), so daß zumindest in den Fällen der Nichtanwendbarkeit von (15) mit (16) gerechnet werden kann. (Spalte 4 und 5 von Tabelle 2 stützt sich mit dieser Rechtfertigung genau dort auf Werte von Spalte 3, wo diese in Spalte 2 fehlen.) Daß die Ortbestimmung des Autors der gegenwärtigen Studie anhand der beiden Texte 2 und 3 wesentlich verschieden ausfällt, beruht erstens darauf, daß Text 2 überwiegend im bildungsaxiologischen Bereich wertet, Text 3 jedoch ziemlich allgemein, zweitens aber auch darauf, daß Text 3 den Standort des Autors im Jahr 1968, Text 2 den Standort im Jahr 1971 ausdrückt. In Bild 3 und 4 sind die Meßergebnisse als Punkte 1, 2, 3 (in Bild 4 zusammen mit ihrem Streubereich) eingetragen.

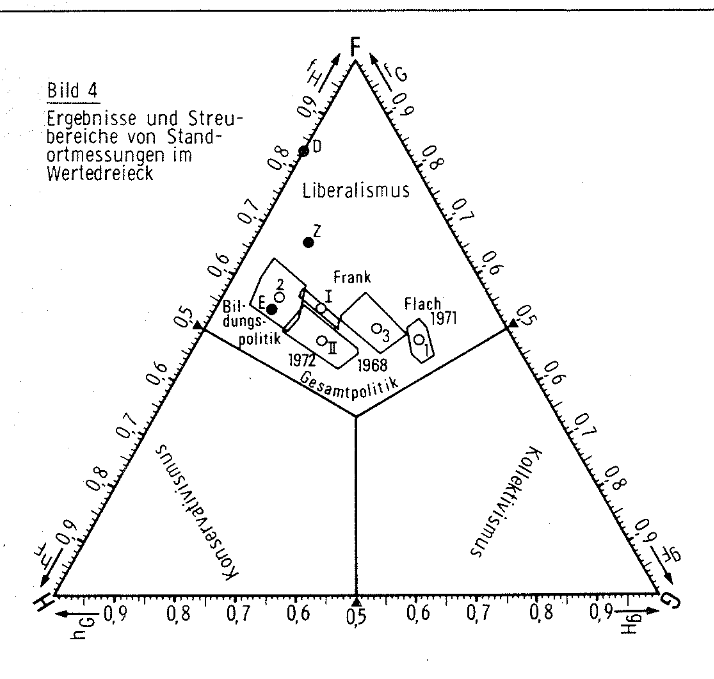


Bild 4
Ergebnisse und Streubereiche von Standortmessungen im Wertedreieck

5. *Fremdzustimmungsverfahren*

Zur Messung des augenblicklichen eigenen Standorts (bezüglich eines Wertungsbereichs oder insgesamt) kann man auch die Wertquadrate an den Rand eines (diesbezüglich wertenden) fremden, oder eines *früheren* eigenen ideologischen Textes schreiben. Da die Stichprobe selektiert ist, sind die Voraussetzungen des normierten Zustimmungsverfahrens nicht gegeben, und da die Selektion nicht vom Beurteiler vorgenommen wurde, auch nicht die des Eigenzustimmungsverfahrens. Die Auswertung von W darf also, streng genommen, weder nach den Gleichungen (5) bis (11) noch nach (15) erfolgen. Setzt man aber voraus, daß die Wertungen von Autor und Leser sowohl vor als auch nach Lektüre voneinander stochastisch unabhängig sind (so daß sich einerseits die Verschiedenheit von η und ζ nicht auswirkt und andererseits $s = 1$ gesetzt werden kann), dann ist für den Leser $v_l = \overline{v_l} = i$, also i als gewichteter Mittelwert nach (16) zu berechnen. (Eine Verringerung des systematischen Fehlers ist möglich, wenn der Leser angibt, wo sein Urteil unsicher ist, so daß in (9) u bekannt und trotz fehlender Verfügbarkeit von (8a, b), (11a, b) e bzw. w ermittelbar sind.)

Der Verfasser wandte dieses „Fremdzustimmungsverfahren" auf die Texte von Flach (1971) und Frank (1969, Kap. 7) an, letzteres um seine eigene ideologische Entwicklung von 1968 bis 1972 unter dem Eindruck der Vorgänge im akademischen und allgemeinpolitischen Leben zu messen. Die Ergebnisse sind als Punkte I (Distanz zu Flach) und II (Stand der eigenen ideologischen Entwicklung) in Bild 4 und in Tabelle 3 zusammen mit den Streubereichen eingetragen.

Versuch	f	g	h	Σi^2	f/g	f/h	h/g
I (zu 1)	0,892 ± 0,023	0,292 ± 0,092	0,485 ± 0,005	1,116 ± 0,100	3,06	1,84	1,66
II (zu 3)	0,913 ± 0,021	0,394 ± 0,155	0,606 ± 0,072	1,353 ± 0,247	2,21	1,51	1,54

Tabelle 3: Standortbestimmung durch das Fremdzustimmungsverfahren

Von den sechs geschilderten Versuchen der i-Bestimmung, die aus zusammen 623 Einzelentscheidungen (Selbsteinschätzungen bzw. Wertquadrate) bestehen, liegt bei keinem Versuch Σi^2 außerhalb von 1 ± 0,518. Der gewogene Mittelwert ist

$$\overline{\Sigma i^2} = 1{,}197 \pm 0{,}185,$$

also sicher größer als 1. Die in § 1 aufgestellte Hypothese, Σi^2 sei nicht zufällig gleich 1, ist demnach mit den bisherigen Ergebnissen verträglich.

6. *Das Problem der Abbildung von Bewertbarem in das Wertedreieck*

Der Standpunkt im Wertedreieck liefert relative Wertungsgewichte zur absoluten oder vergleichenden Wertung zweier bewertbarer (insbesondere gesellschaftlicher) Zustände oder sonstiger Gegebenheiten, sobald deren Gehalt an Freiheit, Gleichheit und Harrung quantifiziert ist. Geschieht dies durch drei Komponenten eines Vektors $\mathfrak{b}$, dann wächst die vom Standort $\mathfrak{i} = (f, g, h)$ aus getroffene Wertung $\mathfrak{b} \cdot \mathfrak{i}$ (nach evtl. nicht mehr notwendiger Normierung $|\mathfrak{i}| = 1$) nur mit wachsendem $|\mathfrak{b}|$ und fallendem $\measuredangle(\mathfrak{b}, \mathfrak{i})$. Die stärkste Unterstützung erfolgt daher von demjenigen Standort aus, für welchen dieser Winkel gleich 0 ist. Der Winkel hängt jedoch *mathematisch* bei konstantem $\mathfrak{i}$ von den in den drei Dimensionen von $\mathfrak{b}$ jeweils gewählten Maßen und Maßeinheiten ab; *praktisch* würde nach Bekanntwerden dieser Skalierungen sich $\mathfrak{i}$ ihnen anpassen. Wir haben in den letzten Abschnitten Verfahren zur Bestimmung jenes $\mathfrak{i}$ entwickelt, das sich aufgrund „vertrauter", aber unbewußter Skalierungen von F, G, H herausgebildet hat. Das führt zum Problem, diese Skalierungen bewußt zu definieren.

Erreicht werden muß durch Finden je eines passenden Ausgangsmaßes zunächst wenigstens ein Anwachsen des in einem bewertbaren System herrschenden Ausmaßes der

Gleichheit mit dem Kehrwert des Niveauunterschiedes zwischen der hinsichtlich irgendeines Merkmals niedrigsten und der hinsichtlich desselben Merkmals höchsten Stellung, die je ein Individuum der Gruppe in der natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt *wirklich* einnimmt;

Harrung mit der Zahl der *notwendigen* Übergangsvoraussetzungen von einer Stellung in eine hinsichtlich mindestens eines Merkmals höhere, wobei vorher und nachher jede solche Stellung von mindestens einem Individuum der Gruppe *wirklich* eingenommen wird;

Freiheit mit der Vielfalt *möglicher* Übergänge von einer von einem Individuum *wirklich* eingenommenen Stellung in eine hinsichtlich wenigstens eines Merkmals höhere.

Durch geeignete Normierungen oder andere, durch Eichungen gewonnene monotone Abbildungen müssen anschließend die eigentlichen Maße in Anpassung an die unbewußt vorausgesetzten Metriken auf diesen Ausgangsmaßen aufgebaut werden. Jedes so Bewertbare wird dann durch seine als Dreieckskoordinaten gedeuteten $\mathfrak{b}$ -Komponenten auf denselben Punkt des Wertedreiecks abgebildet, wie jener nach einem Verfahren der Standortmessung bestimmte ideologische Standort, von welchem aus jenes Bewertbare am höchsten bewertet wird. –

7. *Bildungswissenschaftliche und sonstige Anwendungen*

Das Wertedreieck ist ein neues (nichtskalares) Maß. Ein Maß ist nützlich, wenn

(1) eine Größe anderswo oder später zu reproduzieren ist, oder wo zwei durch raumzeitliche oder andere Entfernung sich einem *unmittelbaren* Vergleich entziehende Größen zu vergleichen sind, oder wenn

(2) dieses Maß schon so oft angewandt wurde, daß die Mitteilung des (als Ist-Wert gemessenen oder als Soll-Wert vorgeschriebenen) Ergebnisses einer neuen Anwendung beim Empfänger eine Größenvorstellung auslöst, oder wenn

(3) das Maß der Formulierung oder Vereinfachung von Theoremen einer Theorie dient, die (in Wissenschaft oder Technik) Voraussagen zuläßt.

Außer den gezeigten Standortvergleichen, z.B. zur Bestimmung der ideologischen Entwicklung eines Individuums oder einer Gruppe, kann das Wertedreieck auch zur übersichtlichen Zielquantifizierung und Erfolgskontrolle bei der Vermittlung affektiver Lehrstoffe ebenso wie in den Bereichen der agitatorischen Rede und der Werbung dienen. (Der einzige im Bereich der Programmierten Instruktion unternommene, vergleichbare Versuch war bisher die Verwendung des Polaritätsprofils bei Frank-Böhringer, 1967.)

Liegen bereits genügend viele andere Standortsbestimmungen vor, dann kann das Wertedreieck jedermann eine quantitative Einordnung seines eigenen Standorts unter die Standorte miteinander konkurrierender Gruppen bzw. unter die Standorte der sich als Interessenvertreter anbietenden Kandidaten dienen – als rationale Entscheidungshilfe z.B. bei politischen Wahlen und bei der Auswahl unter semantisch gleichwertigen, aber ideologisch verschiedenfarbigen Lehrprogrammen, -filmen und -büchern.

Auf die Bestimmung der relativen Fläche („Unschärfe") des im Wertedreieck eingenommenen Standorts (z.B. eines Autors oder einer Partei) kann eine quantitative Theorie der – mit dieser, die Unschärfe codierenden Fläche sinkenden – pragmatischen Information aufgebaut werden, als Voraussetzung für die Definition eines Maßes der pragmatischen Transinformation einer normativen Beeinflussung. – Endlich zeigt sich in diesem Zusammenhang auch ein Weg, die von Stachowiak (1964) begründete vektorielle Motivationstheorie weiterzuführen und anwendbar zu machen, insbesondere für eine

Entscheidungstheorie für die Auswahlen erzieherischer oder werbender oder agitatorischer Strategien, welche der aus der Differenz zwischen dem vorgegebenen und dem erstrebten Standort sich ergebenden Beeinflussungsrichtung angemessen sind. Als quasistatisches „Faktorenprofil" eines solchen Beeinflussers oder auch eines Entscheiders (z.B. Prüfer oder Lehrplankommission oder Medienbeschaffungsstelle) wird der ihm eigentümliche Vektor $\mathfrak{i}$ angesetzt, als „Stimulussituation" der im § 6 beschriebene Vektor $\mathfrak{b}$ (des bei der Prüfung Beobachteten, bzw. des einzuplanenden Lehrstoffs, bzw. des angebotenen Mediums), woraus sich durch komponentenweise Multiplikation *ohne* Addition der „Ladungsvektor" (das „Motivationsereignis") $\mathfrak{m} = \mathfrak{i} \otimes \mathfrak{b}$ ergibt. Art und Intensität der vorzunehmenden Beeinflussung oder der zu treffenden Entscheidung (im primitivsten Falle Annahme oder Ablehnung, normalerweise Verbalurteil bzw. Zielzuordnung bzw. Einsatzort und -art oder auch Begründung) entspricht der Motivationsform $\mathfrak{n}_k$ mit maximalem inneren Produkt $\mathfrak{m} \cdot \mathfrak{n}_k$ bzw. dem Wert dieses Produkts. –

Das Wertedreieck kann also alle drei Kriterien für die Nützlichkeit eines Maßes erfüllen. –

Schrifttumsverzeichnis

Bung, Klaus: Grundlagen und Möglichkeiten der Programmierten Instruktion im Fremdsprachenunterricht. In: H. von Faber und K. Braun (Hsg.): Protokoll eines Werkstattgesprächs Goethe-Institut, München, 1970, Seite 31 – 53

Flach, Karl-Hermann: Noch eine Chance für die Liberalen. Eine Streitschrift. S. Fischer, Frankfurt, 1971, 96 Seiten

Frank, Helmar: Ein Isomorphismus zwischen der nichtbinären Lernmatrix und Shannons kontinuierlichem Kanal. Archiv der elektrischen Übertragung Band 17, Heft 11, 1963, Seite 525 – 532

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik, Band II: Angewandte kybernetische Pädagogik und Ideologie. Agis, Baden-Baden und Kohlhammer, Stuttgart, 1969, 290 Seiten

Frank, Helmar und Meder, Brigitte: Einführung in die kybernetische Pädagogik. Deutscher Taschenbuch-Verlag, München, 1971, 204 Seiten

Frank-Böhringer, Brigitte: Erfahrungen mit einem linearen Lehrautomatenprogramm über Teamarbeit. In: Praxis und Perspektiven des programmierten Unterrichts, Band II, Seite 242 – 247, Verlag Schnelle, Quickborn, 1967

Stachowiak, Herbert: Ein kybernetisches Motivationsmodell. In: H. Frank (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Band II, 1964, Seite 119 – 134

Eingegangen am 30. Juni 1972

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Helmar Frank, Institut für Kybernetik, 479 Paderborn, Riemekestraße 62

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Nachdruck, auch auszugsweise oder Verwertung der Artikel in jeglicher, auch abgeänderter Form ist nur mit Angabe des Autors, der Zeitschrift und des Verlages gestattet. Wiedergaberechte vergibt der Verlag.

Forme des manuscrits

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.

En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne deuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand.

La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doit être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la revue, le tome, les pages (p.ex.p. 317–324) et l'année, suivant cet ordre; la titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complété par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

La citation dans cette revue des noms enregistrés des marchandises etc., même sans marque distinctive, ne signifie pas, que ces noms soient libres au sens du droit commercial et donc utilisables par tout le monde.

La reproduction des articles ou des passages de ceux-ci ou leur utilisation même après modification est autorisée seulement si l'on cite l'auteur, la revue et l'éditeur. Droits de reproduction réservés à l'éditeur.

Form of Manuscript

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.

Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed. If manuscripts are not written in German, a German summary is requested.

Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317–324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.

The utilization of trade marks etc. in this periodical does not mean, even if there is no indication, that these names are free and that their use is allowed to everybody.

Reprint of articles or parts of articles is allowed only if author, periodical and publisher are cited. Copyright: Hermann Schroedel Verlag KG, Hannover (Germany).